SPECIAL

トランジスタ技術

SPECIAL No.31

特集 基礎からのビデオ信号処理技術

複合映像信号の理解からハイビジョン信号の捉え方まで

株式会社 マイクロ電子工業 〒192-01 東京都八王子市西寺方町25番地 TEL:(0426)51-1522(代) FAX:(0426)51-8244

資料請求No.2

トランジスタ技術 SPECIAL No.31

CONTENTS

特集　基礎からのビデオ信号処理技術

複合映像信号の理解からハイビジョン信号の捉え方まで

表紙デザイン／簑原　圭介
本文イラスト／神崎真理子

カラー口絵

光の3原色のブラウン管上での表現と加色法によるカラー・バーの表現

3信号(R,G,B)の信号波形を論理値(1または0)で表現した場合

R(Red)信号

G(Green)信号

B(Blue)信号

この3枚の写真は，テレビにカラー・バー信号を入力し，R，G，Bの各ドライバを一つだけドライブさせて撮影したもの

加色法による混合

ブラウン管上のR，G，B各蛍光体の発光により加色混合され，全色の表現が可能になる

カラー・バー信号

色信号をなくし輝度信号だけにしたとき

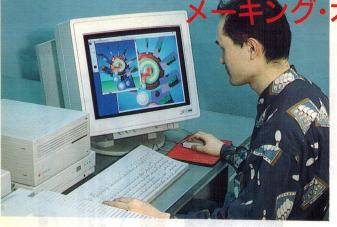
カラー・コレクタ(第5章で製作したもの)により，色を消した場合

カラー口絵

3原色コントローラ方式カラー・コレクタを利用した色合い変更の効果例

これらの写真はすべて，第5章のカラー・コレクタを使用して撮影したもの

メーキング・オブ・イラストレーション

表紙作成の裏側

トランジスタ技術SPECIALも早いもので今回で31号を迎えました．それを記念してというわけではありませんが，今号から表紙のイラストをパソコンMacintoshで描いています．CGといえば3Dソフトで制作されたレイトレーシング物を想像されるでしょうが，本誌の表紙は今までの流れをみてもわかるように，空想上の3D世界をエア・ブラシで描いてきました．その流れを崩さずにパソコンで描くとどうなるのか，制作の過程を説明します．

● サムネイル

次号の内容が決まると，編集者と打ち合わせをして内容に沿ったイラストを考えます．ある程度イメージの固まったものをサムネイル(**写真1**)と呼ぶスケッチに起こし，3案ほどできたところでふたたび打ち合わせをします．

● カンプ作成

カンプとはできあがりの印刷物をイメージして作ったダミー版のことで，ラフスケッチとも呼んでいます．

このカンプ作成で初めてMacintoshの登場となるわけですが，まずサムネイルをスキャナ(EPSON GT-6000)で取り込みAdobe Illustrator3.0の新規作成の下絵(**写真2**)として開きます．ここではこのイラスト自体がまた下絵となるのであまり突っ込んでは描きません．

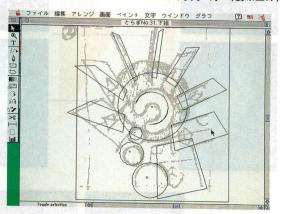
全体のフォルムを修正しながらある程度まで描いたら，いったん保存して今度はAdobe Photoshop2.0でふたたび開きます．ここでどの程度の解像度でファイルを開くか設定できますが，カンプなのでディスプレイと同じ72dpi(Dot per Inch)にしておきます．

開いたイラストを元に3DソフトRay Dream Designerで作った球体や風景を張り付けていき(**写真3**)，最終的にでき上がったイラストを本紙のフォーマットに張り付けてでき上がりとします．

● 本番のイラスト作成

カンプができた後，直したい部分ができたらここで直します．また前述のようにIllustratorからPhotoshopに移行した後でのハンドリングはたいへん重くなりますから，Illustratorで描けるものはそこで描いてしまいます．

IllustratorのファイルをPhotoshop2.0で開く場合，カンプでは72dpiにしましたがここでは最終的な出力媒体のサイズ(4000×2700ピクセル)に合わせます．開いた後は不用な部分を切り取り，選択とペーストの繰り返しで半日以上が費やされ，やっとでき上がります(**写真4**)．(**簑原圭介**)

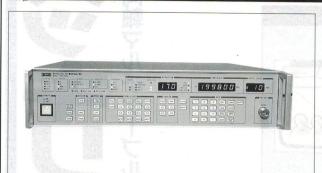
〈写真1〉 サムネイルをスキャナで取り込んだところ．最初は3案あったが，結局②に決まった．

〈写真2〉 スキャナで取り込んだサムネイルを下絵(グレー表示の部分)にして，その上から描いていく．

〈写真3〉 トランジスタ技術SPECIALの表紙のフォーマットにできたイラストを張り付けカンプができる．

〈写真4〉 選択およびコピー&ペーストを繰り返して，右側の絵をつぎつぎに張り付けていけば完成．

資料請求No.5

配線スッキリ

カナレ同軸マルチケーブル

機器周辺をスッキリと。

3～5本の同軸ケーブルをマルチケーブル化。ワークステーション周辺の配線をスッキリとさせます。

カナレ同軸マルチケーブル　　従来の同軸ケーブル

コンポーネント信号がまとめて送れます。

コンポーネント信号に対応したカラー同軸ユニットでCG機器や、デジタルビデオ機器、ビデオプロジェクターなどに最適です。

長さ補正が不要。

全ての回線が1本にまとめられているため、従来の同軸ケーブルにあった長さ違いによる位相補正の必要がありません。

カナレ同軸マルチケーブル　　従来の同軸ケーブル

ダクト内配線にも便利。

コンポーネント信号などが1回線単位で配線でき、作業が楽になります。

カナレ同軸マルチケーブル　　従来の同軸ケーブル

ワークステーション等の接続用に。
設備工事の作業省力化に。

商品構成　　特性インピーダンス75Ω

型名	1.5C-2VS相当	ケーブル太さmmφ	型名	3C-2VS相当	ケーブル太さmmφ	型名	5C-2VS相当	ケーブル太さmmφ
V3-1.5C	3本入	7.8	V3-3C	3本入	11.5	V3-5C	3本入	15.5
V4-1.5C	4本入	8.9	V4-3C	4本入	13.0	V4-5C	4本入	17.1
V5-1.5C	5本入	9.7	V5-3C	5本入	14.7	V5-5C	5本入	19.2

仕様

3本入

4本入

5本入

BNC型コネクタ付のアッセンブリ品もございます。

カナレ電気株式会社

●東京本社 ☎03(3635)8241(代) 〒130東京都墨田区両国4丁目37-2TKF会館4F ●大阪営業所 ☎06(229)8021(代) ●福岡出張所 ☎092(713)5781 ●名古屋本社 ☎05617(2)3011(代)

資料請求No.7

資料請求No.17

The Missing Link. コンピュータ画像とTVをリンクする。

TVカメラ
NEC PC-9801
富士通 FM-TOWNS
アップル AP/MAC-II
IBM PS-55
SONY NEWS
サンマイクロ SUN-3、4
シリコングラフ IRIS
ハイレゾリューション
スーパー用入力
CVS-910
CVS-960
CVS-980
CVS-970
放送用モニター&スーパーインポーズ用モニター
VTR S-VHS
VTR VHS
TAPE
アニメーションコントローラ
AC-7000
コマ撮り用VTR
CD
液晶ビジョン
プロジェクタ
大型スクリーン
ハイビジョンモニター

パソコンからワークステーションまで、簡単、自動変換。

スキャンコンバータ機種一覧表

当社のスキャンコンバータに入力可能な各社の機種は右表のとおりです。

CVS-910	CVS-950A	CVS-960	CVS-970	CVS-980
PC-9801 9450 IBM PGA IBM VGA MAC-II IF-800 BS-21 キャプテン B-16(ST) FM-TOWNS FMR-50 PS-II CG(640×480・512×512) NON INTERLACE/INTERLACE NTSC・PAL RGB入力	RAMTEK INTERGRAPH SUN-3.4 IRIS-4D 4336 HP-9000 NEWS GRAPHICA IBM AT(N.N) IBM-5080 NEC EWS-4800 DEC-GPX APOLLO TAITAN OMEGA-3600 COMUTEC SIGMEX STELLAR HITACHI 2050G CG(1280×1024) NON INTERLACE	RAMTEK PS-2(H/R) PS-5551 IBM5550 IBM5560 IBM5570 9801 XL'/ 9801 RL FMR-60,70,G-150 I-BUS(USA) B-16(HITACHI) IF-800(OKI) BS-21(NTT) DS-7(日本ユニシス) N5200-07(NEC) CG(1280×1024・1150×760) INTERLACE	RAMTEK INTERGRAPH SUN-3.4 IRIS-4D 4336 HP-9000 NEWS GRAPHICA IBM AT(N.N) IBM-5080 NEC EWS-4800 DEC-GPX APOLLO TAITAN OMEGA-3600 COMUTEC SIGMEX STEALLAR HITACHI 2050G CG(1280×1024) NON INTERLACE	CG(640×400〜1280×1024) CVS-810 CVS-900B CVS-910 CVS-950A CVS-960 上記対応のPC/CG機種すべて

高精細CG画像を鮮明にTV信号化

CVSシリーズ

コンバータCVSシリーズは、用途・規模に合わせて豊富なラインアップの中から選べます。

CVS-980 NTSC/PAL
CVS-970
CVS-950A NTSC/PAL
CVS-960 NTSC/PAL
CVS-900B NTSC/PAL
CVS-910 NTSC/PAL
CG信号切替器
SW-950
CG信号分配器
DA-950A
アニメーションコントローラー
AC-7000

●本器の仕様、外観は改良のため予告なく変更することがあります。
●上記に表示された価格には消費税は含まれておりません。

イベントのお知らせ

◉テクニカルショーヨコハマ'92
〈パシフィコ横浜展示ホール〉2/5(水)〜8(土)
ブースNo.46

お問い合わせ、資料のご請求は

株式会社 山下電子設計
〒243神奈川県厚木市岡田1926 TEL.0462-28-8883(代) FAX.0462-28-3044

特集 基礎からのビデオ信号処理技術

複合映像信号の理解からハイビジョン信号の捉え方まで

ビデオ信号処理を理解するには，ビデオ信号の仕組みから知る必要があります．今回の特集ではまず，ビデオ信号の基礎知識を紹介し，アナログ信号のまま処理できるビデオ信号加工機器を製作します．また，ビデオ信号のディジタル化処理について，その理論，手法などをわかりやすく紹介します．これからのテレビ，ハイビジョンについても言及します．

第1章 NTSC映像信号を徹底的に理解する
ビデオ信号の仕組みと規格について

●村上信幸

カラーテレビが発売されてもう30年以上になります．アナログ技術者をはじめ，ディジタル，通信ネットワーク，ソフトウェアの技術者もビデオ信号を扱う機会が増えてきました．

本稿では国内で使用されているNTSC方式映像信号の仕組みと規格について少し詳しく解説し，また，専門外の方でも理解しやすいようにやさしく説明したいと思います．

ビデオ信号にはいろいろな種類がある

一口に，ビデオ信号といってもその種類はさまざまです．一般にビデオ信号というと，コンポジット・ビデオ信号(複合映像信号)のことをいうことが多いようです．しかし，ビデオ信号の本来の意味は映像信号全体を意味しますので，場合によっては注意が必要です．

●NTSC方式，PAL方式，SECAM方式

国内で使用されている映像信号のほとんどは，これから説明するNTSC(エヌ・ティ・エス・シー)方式と呼ばれるものです．

国内で使用されているNTSC(National Television System Committee)信号は，1953年にFCC(Federal Communications Commission)によって承認され，翌年の1954年より米国で使用されています．国内では1960年代初めよりこの方式を標準方式として実用化しました．世界では，このあとに発表された，イギリスやドイツの一部での標準のPAL(Phase Alternating by Line)方式や，フランスやソビエトでの標準のSECAM(Sequential Memoire Color television System)方式などがあります．

さらに国や地域によって，多少の違いがある場合があります．

なお，これらの信号は，最近のディジタル技術により各方式への変換ができます．いちばん大きな違いは，走査線数と1秒間に送られる映像の枚数で，NTSC信号は525本/30枚に対して，PALとSECAMでは625本/25枚です．

PAL，SECAM，NTSC信号を相互に変換するときは，この差を吸収するために映像信号を一時メモリに記憶し，ディジタル・フィルタによる補間処理などをして，変換後の走査線数と映像枚数を得るようにします．しかし，静止画では十分な画質が得られますが，動画では映像枚数の違いにより，ときおり不自然な動きになります．

また，カラー信号の変調方式も違いますが，この点は，お互いの信号を変調前の形式で処理し，変換する変調方式で再変調することにより対応します．

●スタンダード信号とノンスタンダード信号

NTSC信号には，スタンダード信号と呼ばれるものと，ノンスタンダード信号と呼ばれるものがあります．

スタンダード信号はテレビ放送やレーザ・ディスク・プレーヤの再生などに使用し，これらの信号はNTSC信号本来の規格内にあります．

ノンスタンダード信号はホーム・ビデオの再生やテレビ・ゲームなどからの出力信号に使用します．これらの信号はNTSC信号を映すテレビで見ることができますが，NTSC信号の規格からは少しずれています．

この2タイプの信号は，特殊な信号処理をするときに無視できないことが起こる場合も多々あるので注意が必要です．

また，近年映像の高画質化やディジタル化が進み，従来の規格の許容範囲では，色信号と水平同期信号の位相問題が無視できなくなりました．そこで，従来のNTSC信号より厳しいEIA(米国電子機械工業会)のRS-170Aという同期信号規格が使用されるようになりました．

この規格を一般にスタジオ送出規格と呼んでいます．**表1**にNTSC信号規格をもとに作られた電波法での規格とRS-170Aのおもな相違点を示します．

これらの特徴については，NTSC信号の規格のところでもう少しくわしく説明します．

映像を電気信号に変換し伝送する

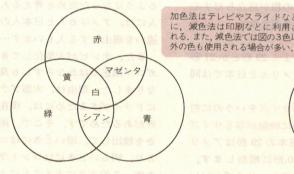
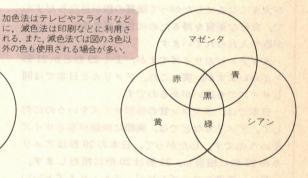
NTSC信号の細かな規格の説明の前に，映像を電気信号に変換し伝送する原理について先に説明します．

〈表 1〉[3] 電波法規格と RS-170A 規格の比較

項目	電波法規格	RS-170A 規格	備考
水平ブランキング幅	90 IRE において最大 0.18H (11.44μs) 4 IRE において最小 0.165H (10.49μs)	20 IRE において 10.9μs±0.2μs	EBU が方式変換の場合に決めた幅は 10.8μs
フロント・ポーチ幅	セットアップ 4 IRE と同期−4 IRE との間で最小 0.02H (1.27μs)	セットアップ 4 IRE と同期−20 IRE との間で 1.5μs±0.1μs	
水平同期信号幅	同期−4 IRE 点の間で 0.075H±0.005H (4.77μs±0.32μs)	同期の−20 IRE 点の間で 4.7μs±0.1μs	
ブリーズ・ウェイ (水平同期後縁からバーストの立ち上がりまで)	同期−4 IRE 点からバースト立ち上がりまで最小 0.006H (0.38μs)	同期の−20 IRE 点からバーストの最初のゼロクロス点まで* 0.6μs±0.1μs	* 換算値. EIA 規格では同期前縁から 5.3±0.1μs
バースト・サイクル数 バースト・レベル	最小 8 サイクル 40 IRE±4 IRE	9 サイクル 40 IRE±2 IRE	
バースト・エンベロープ波形の立ち上がり	規定なし	10%〜90% レベルの間で 0.3μs±0.2, −0.1μs	
パルスの立ち上がり, 立ち下がり特性	10%〜90% レベルの間で 最大 0.004H (0.25μs)	10%〜90% レベルの間で 0.14μs±0.02μs	
カラー・サブキャリアと水平同期信号との相対関係 (SC-H タイミング)	規定なし	水平同期信号前縁−20 IRE レベルとカラー・サブキャリアのゼロクロス点とが一致すること {許容差±40 度 (±31ns)}	
垂直ブランキング幅	0.07V+0.01V, −0V (19H+2H, −0H)	20H+1H, −0H	
垂直同期信号切れこみ幅	同期−4 IRE 点で 0.07H±0.01H (4.45μs±0.63μs)	同期−20 IRE 点で 4.7μs±0.1μs	
等化パルス幅	同期−36 IRE 点で 0.04H (2.54μs)	同期−20 IRE 点で 2.3μs±0.1μs	
水平同期前縁からセットアップまで	同期−4 IRE 点からセットアップ 4 IRE まで 最小 0.145H (9.22μs)	同期−20 IRE 点からセットアップ 4 IRE まで 9.4μs±0.1μs	
水平同期前縁からバーストの後縁まで	同期−4 IRE 点からバースト後縁 0 IRE まで 最大 0.125H (7.95μs)	同期−20 IRE 点からバースト後縁ゼロクロス点まで カラー・サブキャリア 28 サイクル ±40 度 (7.82μs±0.03μs)	

H；水平走査期間 (≒63.556μs)
IRE；規定映像レベル (=0.714V) を 100 とするレベル単位. 同期レベル (≒0.286V) は 40 IRE となる.

〈図 1〉 光の 3 原色

加色法はテレビやスライドなどに，減色法は印刷などに利用される. また, 減色法では図の3色以外の色も使用される場合が多い.

(a) 加色法による色混合

(b) 減色法による色混合

各方式で，数字に若干の違いがあってもテレビ方式すべてについて，また，ハイビジョンでも考え方はまったく同じです．

●色の 3 原色と NTSC 信号の色

太陽の光をプリズムに通すと 7 色に分離します．これは，光の波長によってプリズムを通ったときの屈折率が違うためです．また，これらの代表的な波長の光である青色，緑色，赤色を混合して図 1 のように任意の色を得ることができます．

ここで，図 1 (a) は加色法による色混合で，テレビはこれに相当します．また，図 1 (b) は減色法による色混合の場合で，カラー印刷などがこの方法です．ただし，印刷の場合は 3 原色以外の色のインキも使用します．

人の目が感じ取ることのできる光の波長は 400nm から 700nm 程度で，その特性は図 2 のような CIE (国際照明委員会) の比視感度曲線になります．これに対して，3 原色撮像タイプのテレビ・カメラが出力する光の波長と感度の関係は，図 3 のような分光感度特性になります．

〈図2〉CIE(国際照明委員会)の比視感度曲線

〈図3〉代表的なカメラの分光感度特性

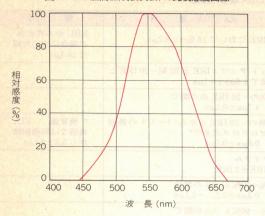



図3の特性を図2の人の目が感じる特性にするには，ふたつの図からも理解できるように青色を11%，緑色を59%，赤色を30%の割合で混合するとほぼ等しくなり，これが後で説明するNTSC方式の代表式のひとつになります．また，色の座標をx，yの直交座標で表した代表的な図に図4のCIEの色度図があります．x軸から右上がりの直線が光の波長を表し，すべての色はこの図上のx，y座標で表すことができます．

図4上でR，G，Bの3ポイントは，NTSC信号で使用している3原色の座標です．この3ポイントの中心付近Cが白色で，このR，G，Bの3点を結んだ三角形の内側がNTSC信号で表すことのできる色になります．NTSC信号ではこれらの座標を，

B＝(x，y)＝(0.14，0.08)

G＝(x，y)＝(0.21，0.71)

最近の大型テレビの傾向とその技術手法

最近のテレビはプロジェクション・タイプをはじめ大型なものが人気を呼んでいます．しかし，画面が大きくなるにしたがって画質の粗が目立ちだすので，良好な画質を得るためにさまざまな新しい技術が取り入れられています．

まずテレビのサイズですが，よく29形とか21形とかいいますが，実はこれ，アメリカと日本では同じサイズでも違いがあるのです．

日本では，ブラウン管の外形サイズをいうのに対して，アメリカなどでは，実際に映像が写るサイズをいうのです．したがって，日本の29形はアメリカの27形に相当し，21形は20形に相当します．一般に，後者のサイズをビジュアル・サイズといいます．テレビのサイズちょっと計ってみては….

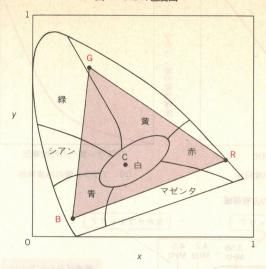
最近の画質の流行ですが，どうも日本人には明るいテレビが好まれるようです．そのための手段として，白色を青っぽくしたり(色温度を高くする)，黒レベル補正と呼ばれる手法で黒レベルを映像内容に応じてダイナミックにコントロールしたり，アパーチャ補正と呼ばれる手法で映像の輪郭を強調したり，色の飽和度を濃いめに設定したり，その内容は各メーカさまざまです．

なぜこのような画質が好まれるのかの理由はというと，太陽光に近い蛍光灯が家庭で使用されるようになって，テレビの白色が相対的に暗く黄色っぽく見えるようになったためと考える人もいますし，筆者の友人には，アメリカ人と日本人の差，つまり，瞳の色の違いを理由にする人もいます….

また，テレビが大型化してきたことにより，正規のガンマ補正ではかならずしも良好な映像が得られなくなりました．理由は，大型ブラウン管を十分な明るさにドライブするためには，現在の電子銃では容量に限界があるためです．そこで，画面全体の平均的な明るさを検出して，暗いときにはコントラスト比を大きくとり，明るいときにはコントラスト比を小さくしています．このようにすることにより大型テレビでも電子銃に無理なく，見た目に明るくダイナミックな映像が得られます．

この手法は，テレビ側で適応的なガンマ修正をしていることになります．さらに，3原色の色座標も従来の図4の三角形よりはるかに外側にあります．これは近年の技術進歩によりブラウン管に使用する蛍光体の発光色が改善されてきたためで，以前より色再現性が豊かになっています．

同期信号処理では，VTRが家庭に普及してきたこともあって，最近のテレビは多少規格より外れた同期

〈図4〉CIE の色度図

R＝(x, y)＝(0.67, 0.33)
C＝(x, y)＝(0.310, 0.316)

CCIR〈国際無線通信諮問委員会〉レポートによるとしています．

また，色を表現する手法に色温度がありますが，その定義に使用しづらいものがあり映像信号ではあまり用いられません．NTSCでの白色の色温度は約6550K（ケルビン）になります．

これらの値はあくまで標準であって，国内で販売されているテレビの白色は，この値よりはるかに青色を帯びた座標，色温度の高いところにあります．

NTSC信号では比視感度曲線に対応する信号を映像の明るさを示す信号の輝度信号として扱います．また，色の情報を送るために輝度信号と3原色の信号の差分の色差信号に変換し，このうち2信号をカラー・サブキャリア（色副搬送波）と呼ばれる信号で変調して輝度信号とミックスした形で伝送する方式が多く用いられます．

この信号をコンポジット・ビデオ信号といい，信号の変換方式は後でくわしく説明します．

なお，輝度信号はY信号またはルミナンス信号と呼ばれ，色差信号はC信号またはクロマ信号と呼ばれます．

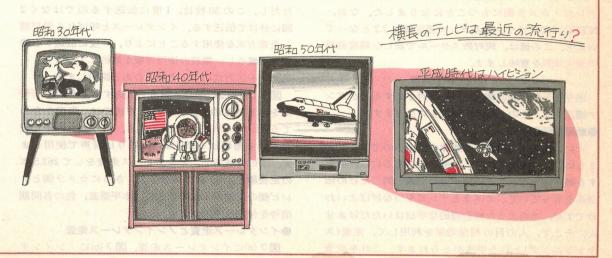
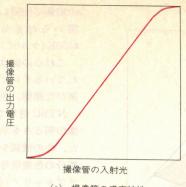
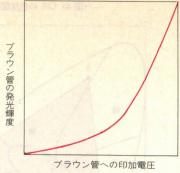
●光を電気信号に変えて伝送する

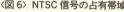
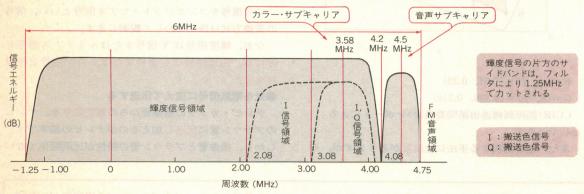
テレビ・カメラの撮像管からの電気信号を，テレビのブラウン管に伝送し加えるのがテレビの基本です．しかし，撮像管とブラウン管の特性が比例関係でない

信号でも十分に同期再生ができるようになりました．家庭用VTRの信号は，規格に満たないほどのひずみや周波数のずれ，揺れなどがあります．

テレビという機械はたいへん融通のきく機械で，三つの同期信号の足並みがそろっていなくても同期信号をコンポジット・ビデオ信号の中から検出できさえすれば，それなりの映像を映し出すことができます．ポータブル・テレビなどはさらに進化して，同期信号が途切れ途切れになっても同期流れをおこさないものもあります．

一般的にカラー・サブキャリアの周波数がいちばん厳しく，許容値は±100ppm程度のずれまでですが，水平，垂直の周波数は±5%程度ずれても動作します．この3信号がばらばらに変化してもとりあえず画面は再現できます．また，同期信号のレベルも半分ぐらいから倍ぐらいまでは，テレビの実力で同期信号が検出できます．

だからといって，このようなものを設計してよいわけではありません．念のため．

〈図 5〉撮像管とブラウン管の特性

(a) 撮像管の感度特性

(b) ブラウン管の感度特性

〈図 6〉NTSC 信号の占有帯域

ため，撮像管の信号をそのまま加えることはできません．

撮像管の感度は図 5 (a)のように入射光に対してほぼ線形に変化しますが，ブラウン管の明るさは図 5 (b)のように非線形に変化します．そこで両者が比例関係になるように補正しなくてはいけないわけで，この補正をガンマ(γ)補正と呼んでいます．

ガンマ補正回路は，信号の伝送系に 1 箇所あればよいわけで，テレビの製造コストなどを考慮した結果，テレビ・カメラ側にもつことになりました．なお，NTSC でのブラウン管のガンマ想定値は 2.2 となっています．この値は，両対数スケールで表した輝度曲線の最大傾斜を意味します．

$\gamma = \tan\theta$ ；θ は最大傾斜角度

送り側と受け側の輝度特性を 1 対 1 にするのがガンマ補正です．このときガンマは 1 になります．

●動画を伝送する

テレビは 2 次元平面上に映像を描くもので，時間とともに映像は変化します．動画を再生するには，撮影する被写体を再現するのに十分な画素と同じだけの伝送系をもっていて，カメラとテレビをつなげばよいわけですが，そのような非合理的な手法はいただけません．そこで，人の目の残像効果を利用して，走査(スキャンニング)という手法がとられます．これを走査線またはラインといい，H と略すことがあります．

NTSC 信号ではテレビ画面に向かって左上から右下へ，人が横文字を書くときのように走査し，その走査線の数は 525 ラインあります．

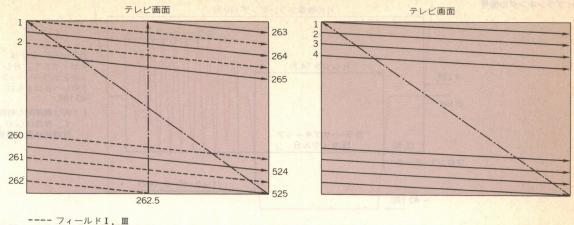
テレビは映画のように動画なので，人の目が気にならない程度のスピードでつぎつぎと違う映像を送る必要があります．

劇場映画では 1 秒間に 24 枚の映像を送ります．NTSC 信号では 1 秒間に 30 枚の映像を送っています．ただし，この 30 枚は，1 度に伝送するのではなく 2 回に分けて伝送する，インタレースと呼ばれる飛び越し走査方式を使用することにより，一度に伝送する情報量を減らし，電波の使用帯域を節約しています．インタレース方式についてはこのあと説明します．

図 6 は NTSC 信号を電波で伝送するときの占有帯域を表したものです．NTSC 方式では，音声を含めて 6MHz の帯域しかありません．このうち映像で使用できる帯域は 4.2MHz で，残りは音声で使用します．この帯域内で，インタレース走査をして 262.5 本の走査線を 1/60 秒で送ります．さらにカメラ側とテレビ側の同期がとれるように，水平垂直，色の各同期信号を付加して送ります．

●インタレース走査とノンインタレース走査

図 7 (a)にインタレース走査，図 7 (b)にノンインタ

〈図7〉インタレース走査とノンインタレース走査

---- フィールドⅠ，Ⅲ
—— フィールドⅡ，Ⅳ

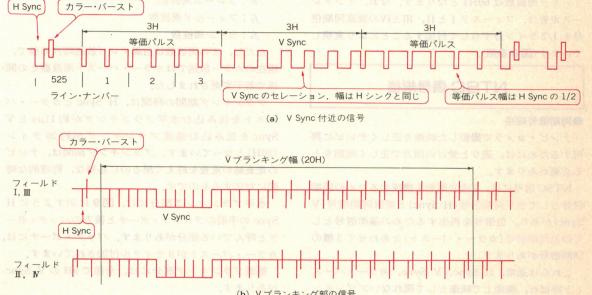
インタレース走査は，各フィールドの合間を走査する．実際のテレビでは，垂直ブランキング期間があるので，映像の走査線数は約483本になる．

(a)　インタレース走査の原理

ノンインタレース走査ではフィールドとフレームが等しく，一度にすべての走査を行う

(b)　ノンインタレース走査の原理

〈図8〉インタレース走査のビデオ信号

(a)　V Sync付近の信号

(b)　Vブランキング部の信号

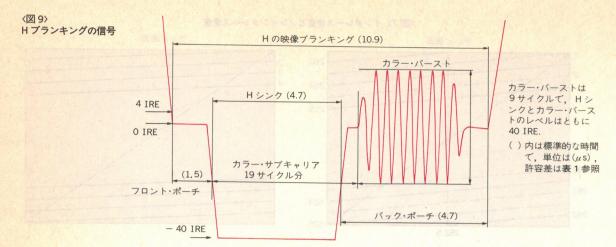
レース走査の例を示します．

インタレース走査とは，図からも理解できるように1回目の走査の軌跡の間を2回目の走査が埋める形で走査します．2回に分けて送られた映像も，人の目の残像効果により1枚の映像として見えます．

ノンインタレース走査は順次走査ともいわれ，インタレース走査と違って一度にすべてを走査します．パソコンの画面などがこれで，映像のちらつきが少ないのが特徴です．しかし，525本の走査線を1/30秒でノンインタレース走査した場合，映画のようなフィルム映像と違って走査によるちらつきが見えてしまいます．

NTSC信号では図7(a)のような2回で1枚を伝送する，2：1インタレース方式を使用しています．このインタレース方式の利点は，人の目の残像効果を利用することにより一度に伝送する情報量を減らし，与えられた電波の帯域内で最大限の情報を送る点です．

1回目と2回目に時間差が生じ，動画に対して映像がぼけることになるのですが，人の目は静止画像に対してはは十分な解像能力をもっていますが，動画に対し

〈図9〉
Hブランキングの信号

ては不十分であるため，このことをうまく利用した方式ともいえます．

一度に送る半分の映像のことをフィールドといいます．最近はEIAのRS-170A規格を使用することが多いので，フィールドI，IIIとII，IVで区別します．NTSC信号では，フレーム周波数は30Hzですがフィールド周波数は60Hzとなります．なお，インタレース走査は，フィールドIとII，IIIとIVの垂直同期信号を1/2ライン分ずらして付加することにより実現しています(図8参照)．

NTSC信号規格

●同期信号規格

テレビ・カメラで撮影した映像を正しくテレビに再現するためには，送りと受けの両方で正しく同期をとる必要があります．

NTSC信号には，2次元画面を構成するための同期信号として水平同期信号(H Sync)と垂直同期信号(V Sync)があり，色信号を再生するための基準信号としての色同期信号(カラー・バースト)とあわせて3種の同期信号があります．

これらは通常，H Sync，V Sync，カラー・バーストと呼ばれ，画面上で映像として現れないブランキング期間に付加されています．V Sync付近を図8に，H Syncとカラー・バースト付近の拡大図を図9に示します．

H，Vの各Sync信号は，輝度信号と反対の極性で付加することにより映像とSyncの分離を容易にし，レベルは映像の100%に対して，Sync，カラー・バーストともに40%となっています．

つぎに，これらの同期信号のタイミングがどのように決められているのか説明します．

NTSC信号は2フィールドが1フレームで，伝送枚数は1秒間に30フレームです．走査線数は1フレームが525ラインです．この関係を式に表すとつぎのようになります．

$1F=30\,(\mathrm{Hz})$

よって

$f_v=2\times30=60\,(\mathrm{Hz})$

$f_h=525\times30=15.75\,(\mathrm{kHz})$

F；フレーム周波数

f_v；フィールド周波数

f_h；ライン周波数

ただし，この周波数は白黒テレビ放送時代の値で，現在のカラー放送ではカラー・バースト周波数との関係で若干変更されました．

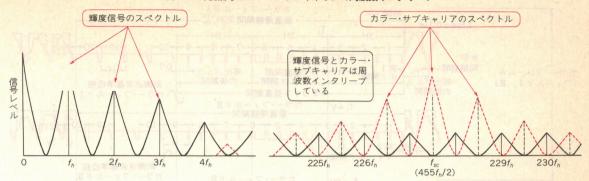
ブランキング期間の時間は，H Syncとカラー・バーストを包み込む水平ブランキングが約11μsとV Syncを包み込む垂直ブランキングが約20ライン(20H)となっています．ブランキング期間は，テレビの走査線が走査を終えて戻るのに必要な，物理的な時間に対応するものです．

水平ブランキング部分には，図9に示すようにH Syncの手前のフロント・ポーチと後方のバック・ポーチと呼んでいる部分があります．バック・ポーチには，カラー・バーストが9サイクル付加されています．

垂直ブランキング部分には，全部で9HのV Syncがあります．

図8はV Sync付近を示した図です．V Syncは，3Hの極性の反転した部分と，その前後3Hに等価パルスと呼ばれるH Syncの1/2幅で，1/2H周期の切り込みパルスがあり，また，反転した3Hの部分の中にもセレーションと呼ばれるH幅で1/2H周期の切り込みパルスがあります．これらのパルスの役割はいくつかありますが，いちばん大きな役割は先に説明したインタレース走査を正確に行うためにたいへん重要なものです．

通常，H SyncとV Syncは，コンポジット・ビデオ信号から分離します．映像信号から分離された

〈図 10〉 輝度信号とカラー・サブキャリアの周波数インタリーブ

Sync は，H，V が複合されたコンポジット・シンクの状態です．

このコンポジット・シンクから V Sync を分離するときのもっとも簡単な方法として積分回路による分離があります．

積分された信号をスライスして V Sync とするのですが，このとき切り込みパルスがあると積分波形が安定することにより V Sync の時間軸が安定し，インタレース走査で必要な 1/2H の精度を正確に分離しやすくなります．

カラー・バーストは，変調されたクロマ信号を復調するためのカラー・サブキャリア発生に使用します．テレビ側でカラー・バーストにロックしたカラー・サブキャリアを水晶発振回路と PLL 回路により発生させ，変調されたクロマ信号と演算処理をして復調します．

このカラー・バーストの基になるカラー・サブキャリアの周波数ですが，コンポジット・ビデオ信号は輝度信号とカラー・サブキャリアにより変調された色信号を混合した信号なので，カラー・サブキャリアは輝度信号に影響のでない領域でなくてはいけません．また，NTSC 信号を電波で伝送するとき音声のキャリアが 4.5MHz にあるので，この周波数との周波数干渉も無視できません．

そこで，カラー・サブキャリアの周波数は，音声キャリアの整数分の 1 で輝度信号の周波数スペクトラムの間を使用することにより実現し，音声キャリアとの周波数ビート妨害の発生を抑えています．また，輝度信号が 1 ラインごとの周期でエネルギーを発生し，しかも高域にいくにしたがってエネルギーが小さくなるのを利用して，輝度信号と色信号が比較的周波数の高いところで周波数インタリーブする形をとり，テレビ側での輝度信号と色信号の分離（Y/C 分離）を容易にしています．

以上によりカラー放送での水平同期信号の周波数は音声キャリアの 1/286 に決定され，カラー・サブキャリアの周波数は，この周波数の 455/2 に決定されました．

この関係式をつぎに示し，図 10 に周波数インタリーブの関係を示します．

$f_h = 4.5\text{MHz}/286 = 15.734\text{kHz}$

$f_v = (2/525) f_h = 59.94\text{Hz}$

$f_{sc} = (455/2) f_h = 3579545\text{Hz}$

f_{sc}；カラー・サブキャリア周波数

電波法ではカラー・サブキャリアの周波数許容誤差を 3579545Hz±10Hz と決め，これを基準に f_h，f_v が決定されています．

また，この関係は，カラー・サブキャリアがフレームごととラインごとに位相が反転することになるので，白黒放送からカラー放送への切り替え過渡期に白黒テレビでのカラー放送受信時に，カラー・サブキャリアが輝度信号へ与える妨害を，時間的な積分作用により打ち消し合い，最小にすることができます．

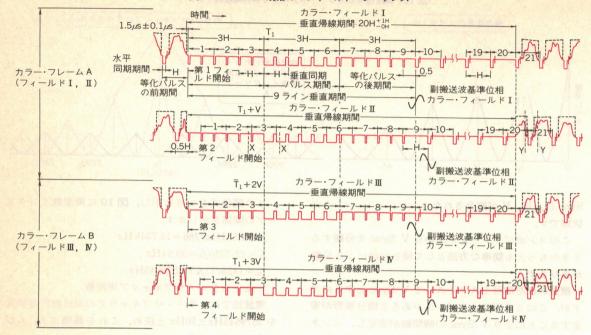
これらの信号のタイミング，レベルは，多少の許容差が許されています．しかし，電波法に示す許容差や明記されていない部分で過去に問題が生じ，現在の放送では EIA の RS-170A という電波法の許容差より厳しい同期信号規格を使用しています．

●同期信号規格 RS-170A の特徴

同期信号規格 RS-170A は民生機器ではあまり必要としない規格ですが，放送機器やディジタル信号処理機器ではたいへん重要な規格のひとつです．表 1 に電波法と RS-170A の規格の違いと，図 11 に RS-170A の 4 フィールド・シーケンスによる垂直ブランキング部分のようすを示します．

そもそもこの規格が必要になった理由は，カラー放送が始まった初期の頃，番組や放送局によってカラー位相（ヒュー〈HUE〉ともいう）に変化が生じるといった問題が発生しました．この問題のおもな原因が水平同期信号とカラー・バーストの位相差であることがわかり，この位相を管理することにより問題の発生を防止することが目的でした．しかしながら最近のテレビではこのようなことはほとんど問題にはなりません．

放送機器などは，ふたつのコンポジット・ビデオ信号を合成する場合が多いので，これらの位相が管理さ

〈図 11〉 RS-170A 規格の4フィールド・シーケンス

れていないとカラー位相または水平位相のどちらかに位相差が生じるといった不具合があります．とくにディジタル信号処理機器では，カラー・サブキャリアに同期した位相(通常I，Q軸をサンプリング・ポイントに使用する)で処理されるので，これに対する水平位相が管理されていないと不都合が生じるケースが多々あります．

そこで，RS-170A規格ではこの位相管理をSCH位相と呼び，その位相差を表1，図11のように定義しています．

●垂直ブランキング期間の有効利用

NTSC信号の垂直ブランキング期間はフィールドごとに20ラインもあります．テレビでは，この期間を垂直偏向のリセット時間に使用しますが，テレビとしては，この期間の信号は同期信号さえあればよく，それ以外の部分には任意の信号が存在してもかまいません．そこで，この部分には現在いろいろな生活情報を送ってくる文字放送信号(Teletext signal)，放送局の信号の監視や信号のひずみ補正に使用されるVITS信号(ビッツと呼ばれる．Vertical Interval Test Signalの略で，17と280ラインに挿入されている)，クリアビジョン対応のひとつでありゴーストを除去するために使用されるGCR信号(18と281ラインに挿入されている)などがあります．

これらの信号の規格については専門書を参照してください．

また，放送用のVTR編集では，この部分にTCR信号(Time Code Recoader 用の信号)と呼ばれる時間のデータや，テスト信号が挿入される場合があります．

●スタンダード信号とノンスタンダード信号

これまでに説明してきたNTSC信号は，スタンダード信号を前提に話を進めてきましたが，世の中にはNTSC方式のテレビで映すことができる信号でも，NTSC信号規格に準拠していない信号が数多くあります．これらの信号をノンスタンダード信号といいます．

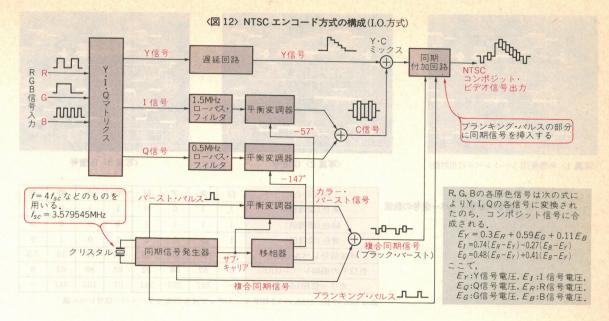
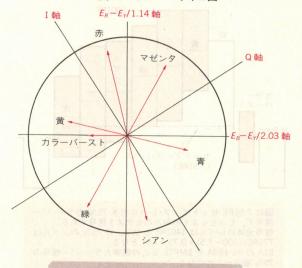
これらの信号の共通した特徴は，図10のように輝度信号とカラー・サブキャリアにより変調されたクロマ信号が周波数インタリーブしてないか，またはインタレース関係が成り立たないかのどちらかが多いようです．これらの信号を扱うとき，ふたつの映像の合成などを行うときの同期結合方法や，映像のディジタル処理化するときのサンプリング・クロックの発生，サンプル数の決定などに十分注意する必要があります．

ノンスタンダード信号の代表的なものに，テレビ・ゲームの信号や，家庭用VTRの再生信号があります．

テレビ・ゲームの信号は走査線数が262本のノンインタレース信号です．また，VTRの信号は，VTRの回転系に機械的なジッタがあり水平周波数が揺れていて，周波数インタリーブ関係が成り立ちません．

ノンスタンダード信号はTBC(Time Base Corrector)という機器を使用してスタンダード信号に変換できます．

●コンポーネント・ビデオ信号をコンポジット・ビデオ信号に変換する

〈図12〉NTSCエンコード方式の構成(I.Q.方式)

〈図13〉カラー・ベクトル図

図は，7.5IREセットアップ付きの75%カラー・バー信号をベクトル表示したときの位相角とサブキャリアの振幅レベルを図化したもの．
各色の数字は，表2を参照のこと

RGB信号などマルチチャネルで扱う映像信号をコンポーネント・ビデオ信号といいます．NTSC信号は電波で伝送するときコンポジット信号の形で行います．コンポジット信号は，輝度信号を中心にカラー成分の色差信号と先に説明した同期信号が混合されています．

図12にコンポーネント・ビデオ信号をコンポジット・ビデオ信号に変換する一例を示します．この変換を通常，カラー・エンコードするといいます．また，これと反対にもとのRGB信号に戻すことをカラー・デコードするといいます．

R，G，Bの3原色で撮影された映像信号は，白色を撮像したときにR=G=B=1に正規化され，ガンマ補正されたのち，比視感度曲線に対応した輝度信号が作られます．この関係は，

$$E_Y=0.3E_R+0.59E_G+0.11E_B$$

E_Y；輝度信号の電圧値

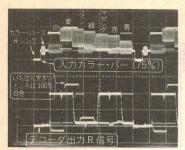
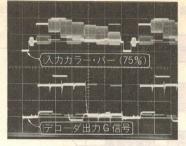
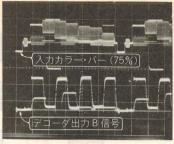
E_R，E_G，E_B；3原色の電圧値

となります．なお，映像信号のレベルを表す単位にIREというのがよく使用されます．IREとは，米国の無線技術者協会のことですが，映像信号ではスケールとして用います．

たとえば，輝度100%の白色は100 IREの信号といいます．一般的に%と同じ意味で扱っても問題はないでしょう．

色差信号は，E_R-E_Y，E_G-E_Y，E_B-E_Yの3種類ができます．数学的には，E_Y信号と色差信号のどれかふたつがあればRGBの3原色に戻すことができます．そこで，E_G-E_Y信号はE_Y信号の成分としていちばん多いので，変換誤差を少なくするために成分として少ないE_R-E_Y信号とE_B-E_Y信号を伝送することに決められました．

色差信号を輝度信号に多重するには，色差信号を変調して加算します．この変調には先に説明したカラー・サブキャリアが搬送波として使用されます．ここで，ふたつの信号を変調するには通常ふたつの搬送波が必要ですが，NTSC信号では，ひとつの搬送波で位相を90°ずらしたものを使用することによって実現しています．

NTSC信号では，搬送波抑圧直角二相振幅変調(たんに直角変調または平衡変調と呼ばれることもある)

〈写真 1〉R信号(Hレートレベルは相対値)

〈写真 2〉G信号

〈写真 3〉B信号

〈表 2〉カラー・バー信号の数値

画面の色	白	黄	シアン	緑	マゼンタ	赤	青	黒
赤色(論理値)	1	1	0	0	1	1	0	0
緑色(論理値)	1	1	1	1	0	0	0	0
青色(論理値)	1	0	1	0	1	0	1	0
輝度信号レベル(IRE)	77	69	56	48	36	28	15	7.5
色信号の振幅レベル(IRE)	0	62	88	82	82	88	62	0
カラー位相(deg)	—	167	283	241	61	103	347	—

表はEIAのRS-189Aの7.5 IREセットアップ付き75%カラー・バー信号レベル値

と呼ばれる変調方式で，つぎに示す関係式により変調したクロマ信号を得ています．

また，この関係を極座標表示したものをカラー・ベクトルと呼びます．図13にカラー・ベクトル図の例を示します．カラー・バーストは180°，E_R-E_Y軸はコサイン軸，E_B-E_Y軸はサイン軸と定義されています．

$$E_c=\frac{E_R-E_Y}{1.14}\cos\omega_{sc}t+\frac{E_B-E_Y}{2.03}\sin\omega_{sc}t$$

E_c；変調されたクロマ信号

各色差信号は，変調時にそのレベルを圧縮しています．圧縮せずに変調すると輝度信号と混合したときの信号全体のレベルが大きすぎるため，クロマ信号が輝度信号に与える悪影響が増えます．圧縮により映像信号全体の最大値は，100%カラー飽和の場合でピークが133%の振幅レベルとなります．

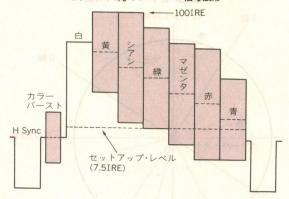
また，変調する色差信号の周波数帯域ですが，カラー・サブキャリアの周波数が約3.58MHzですから，変調できる周波数帯域はその半分以下になります．しかし，変調されたクロマ信号が輝度信号や，電波で伝送するときの音声への影響を考えるとその帯域は狭いほうが有利になります．そこで，人の目の色に対する感度に応じた色信号の帯域が与えられました．

人の目は，オレンジ系の色とその補色のシアン系の色に対しては比較的色の識別能力が優れていますが，グリーン系の色とその補色のマゼンタ系の色に対してはそうでもありません．

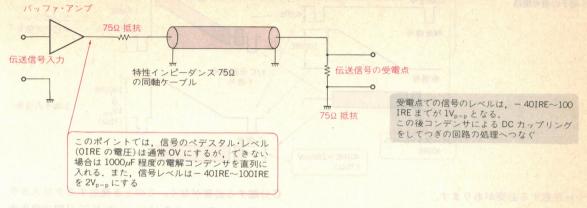
この特性を利用して，前者の色に対しては広帯域の1.5MHzを与え，これをI軸の色差信号と呼び，後者の色に対しては狭帯域の0.5MHzを与えて，Q軸の色差信号と呼んでいます．

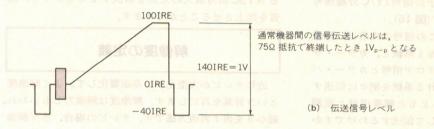
これらI，Q軸はコサイン，サイン軸より33°反時計回りの位置にあります．これにより変調されたクロマ信号の関係式をつぎに示します．

$$E_I=0.74(E_R-E_Y)-0.27(E_B-E_Y)$$
$$E_Q=0.48(E_R-E_Y)+0.41(E_B-E_Y)$$

〈図 14〉75%カラー・バー信号波形

図は7.5IREセットアップ・レベル付き75%カラー・バー信号で，もっともよく利用されるテスト信号である．
信号全体のレベルは140IREとなり，白75%のレベルは77IRE((100−7.5)×0.75+7.5)となる．
EIAのRS-189AやSMPTEなどの標準カラー・バー信号の75%部分がこれになる

75%フルカラー・バー信号のTV画面イメージ

〈図 15〉コンポジット・ビデオ信号の同軸ケーブルによる伝送

(a) 同軸ケーブルによるコンポジット・ビデオ信号の伝送

(b) 伝送信号レベル

$E_C = E_I\cos(\omega_{sc}t + 33°) + E_Q\sin(\omega_{sc}t + 33°)$

E_I；広帯域色差信号

E_Q；狭帯域色差信号

$\omega_{sc}t$；$2\pi f_{sc}t$

よって，NTSC の映像信号は，

$E_{NTSC} = E_Y + E_C$

となります．伝送時はこれにシンク，カラー・バーストが加算されて伝送されます．

写真 1 から**写真 3** に 75％カラー・バー・テスト信号のコンポーネント・ビデオ信号，コンポジット・ビデオ信号の実際の波形の一例を載せておきます．

また，**表 2** にこのカラー・バー信号の各信号のレベルとカラー位相角を示します．

なお，この表の値は，黒色レベルを 0 IRE としたときのもので，実際の NTSC 信号では 7.5 IRE のセットアップと呼ばれる黒色信号のレベルがあるので，信号のレベルは**図 14** で示すような信号波形のモデルの値になります．

以上のように NTSC 信号のカラー・エンコードの仕組みを説明してきましたが，このように I，Q 信号を用いた方式は放送機器やごく一部の高級機に限られ，一般的には $E_R - E_Y$，$E_B - E_Y$ の 2 信号をともに 0.5MHz で帯域制限した方式のテレビやビデオ・カメラがほとんどです．

その理由は，公式からも理解できるようにエンコード，デコードが簡単で，製造コストが安くなるからです．

● NTSC 信号の信号伝送規格と方式

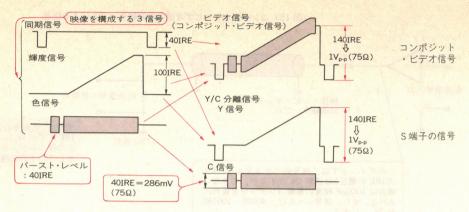
NTSC 信号を機器間で伝送するとき，その伝送信号レベルを統一しておく必要があります．映像信号は，DC から 5MHz 以上もの広帯域なので，伝送に使用する線材は，特性インピーダンス 75Ω の同軸ケーブルを使用します．

図 15 にコンポジット・ビデオ信号の同軸ケーブルによる伝送の一例を示します．

信号伝送レベルはコンポジット・ビデオ信号の場合 100％白からシンクチップまでの 140 IRE を $1V_{p-p}$ と決められています．したがって，映像の輝度信号レベルは，100％(100 IRE)のとき 714mV となり，シンクとカラー・バーストは 286mV となります．また，コンポジット・ビデオ信号の存在しうる最大値は，映像信号レベルが 133 IRE ですから 1236mV となります．

RGB コンポーネント・ビデオ信号や，色差信号を用いたコンポーネント・ビデオ信号の伝送信号レベルは，ビデオ機器メーカによって若干の違いがあるようです．しかし RGB 信号については，ほとんどのメーカで統一されていて，そのレベルは，0 IRE から 100 IRE までの映像信号を 700mV とし，シンク・レベルを 300mV としています．

なお，シンクについては G 信号に多重する場合とまったくの別系統で伝送する場合があり，後者の場合さらに水平，垂直同期信号を別々に伝送する場合もあります．コンポーネント・ビデオ信号を使用した機器を使用する場合，その信号の受け渡し方法やレベルに

〈図 16〉
S 端子の信号規格

十分注意する必要があります．

最近 VTR とテレビとの間でよく使用されるようになった信号伝送規格に，S 端子の信号（Y/C 分離信号ともいう）というのがあります（図 16）．

S はセパレートを意味し，この信号の内容は，輝度信号とシンクの多重した信号を 1 系統と，カラー・サブキャリアにより変調されたクロマ信号とカラー・バースト信号を多重した信号の計 2 系統を別々に伝送するものです．NTSC 信号はもともと輝度信号と変調されたクロマ信号をミックスして伝送するわけですから，たんにミックスする前の信号を伝送しているわけです．

S 端子の信号を使用した場合，テレビ側などで Y/C 分離する必要がなく，このとき発生するクロスカラー，ドット・クロールなどといった Y/C 分離で発生する NTSC 信号最大の欠点を解決することができ，画質を向上させることができます．

解像度の定義

近年テレビが大型化かつ高画質化して，よく解像度という言葉を耳にします．解像度は解像力ともいわれ，細かさを表す表現方法です．テレビの場合，水平解像度と垂直解像度があり，両者は等しくないのが普通です．

レンズなどの光学機器は等しいため，あえて垂直水

クリアビジョンとその新しい技術

最近テレビを見ていると“クリアビジョン”とテロップがでることがあります．また，新聞の番組欄にもこれを意味するマークが入っている番組が多くなりました．現在放送されているクリアビジョン方式は，第 1 世代の方式で，その内容は**表 A** に示すように送り側と受け側で画質改善をする努力をしています．

第 1 世代のクリアビジョン（EDTV とも言う）の大きな目的は，ディジタル信号技術を駆使して，NTSC 信号の弱点を改善することです．NTSC 信号の弱点は大きく四つあり，その内容は，

①インタレース走査による垂直解像度の低下とライン・フリッカの発生
②輝度信号とクロマ信号の分離時のクロストークによるクロス・カラー，ドット・クロールの発生
③ガンマ補正後のカラー・エンコードによるカラー飽和度の高いところでの解像度の低下
④伝送時のゴースト発生などのひずみによるカラー位相の変化

があります．このうち①と②はテレビ側で対応し，③は放送局側で対応します．また，④は双方で対応することになっています．

これらの弱点の対応は具体的につぎのような対応がとられます．

①メモリを使用したディジタル処理により動き適応型倍速度ノンインタレース・スキャンをする（525 本を NTSC の倍の周波数でスキャンする）
②メモリを使用したディジタル処理により 3 次元動き適応型コム・フィルタを使用する（静止画部分の Y/C 分離をフレーム相関を利用してほぼ完全に分離できる）
③定輝度化信号処理により色の飽和度の高いところでの解像度を輝度信号のエンファシスにより補償する
④送信側でゴースト検出用の GCR 信号を送り，受信側でこの信号をもとにゴースト成分を検出し，キャンセル処理をする．この技術は，高速フーリエ変換によるゴースト成分の検出と，ディジタル・フィルタにより構成される自動波形等価処理の応用である

個々の技術の明細についての説明は省略しますが，現在のクリアビジョン放送は，普通のテレビでみても

平などと区別しません。

では，テレビでの解像度の定義とはどういうものかというと，簡単にいえば，画面高さ方向のスケールで黒と白の縞があわせて何本まで確認できる細かさの能力があるかということです。

テレビの場合，垂直解像度は走査線の本数で決まります．NTSC信号では，走査線の本数は525本で，このうち走査線が画面下から上にもどるのに必要な垂直ブランキング期間を引くと有効走査線数は約483本になります．しかし，インタレース走査している関係で，実際に確認できる本数はその約70%の340本程度となります．

水平解像度は映像信号の占有帯域に比例します．1MHzあたり約80TV本と覚えてください．放送電波の場合その帯域は4.2MHzなので約340本になります．

ここで，NTSC信号は，放送電波に乗せるときはその帯域を4.2MHzまでしか伝送できませんが，映像信号のみで伝送するときは，その帯域は無限大使用できるといっても過言ではありません．

最近のテレビには，水平解像度800本というテレビも珍らしくありません．このテレビは，10MHzまでの帯域の映像信号を受け止めることができるということになります．もちろん，ビデオ入力端子を使用した場合の話ですが….

はたして800本という映像ソースが一般的に存在するでしょうか．

ここで特記しておきたいことがあります．それはテレビやビデオ・カメラなどを選ぶとき，あまり解像度という言葉だけにとらわれてはいけないということです．

解像度は確かに高いほうがよいことは確かですが，問題は，細部のコントラストがどの程度大きいかによって見た目の画質は大きく違うということです．つまり，解像度は信号の振幅が5%程度でも確認できますが，信号の振幅が70%のときとでは見た目に明かに違います．

解像度は機器を選択するときのひとつの目安にはなりますが，あまりあてにはならないということです．また，筆者の経験からいいますと，NTSCでは3～4MHzの振幅特性がどのくらいよいかによって画面細部のメリハリが大きく左右されます．あとはやはり色再現性だと思います．

NTSC信号の評価

NTSC信号の質または，画質を数値で評価する手法の代表的なものに，周波数特性（F特），DG，DP，SN比，サグ，パルス特性などがあります．これらの数字が何を意味するかを簡単に説明します．

まったく問題なく，むしろ画質は良好です．

クリアビジョン対応のテレビはまだまだ高価で，一般の消費者には手が出ません．しかし，これに使用されるディジタル信号処理技術は普通のテレビでも次第に使用されるようになってきています．

第2世代のクリアビジョンでは，画面サイズのワイド・アスペクト化により，ハイビジョンと同じ9：16の横長テレビになる見込みです．また，音質についても今より高音質になる見込みです．しかしながらまだその規格が未決定で，実用化は1993年以降となるでしょう．

衛星放送では，ハイビジョンの信号をMUSE伝送方式を使用して伝送する実験放送が行われています．このMUSE信号は，ディジタル処理により比較的簡単にNTSC信号に変換することができます．この機器のことをMUSE-NTSCコンバータといい，テレビ・メーカ各社から発売され始めました．

これにより，ハイビジョン放送を従来のNTSC方式のテレビで楽しめます．また，第2世代のクリアビジョンと組み合わせることも考えられます．しかし，画質はNTSC放送並みで，ハイビジョンの高画質には及びません．

〈表A〉第1世代のクリアビジョンの改善項目

テレビ側の改善		双方での改善	放送局の改善		
ノンインタレース	3次元YC分離	ゴースト除去	P1	Y3	S1
ディジタル・メモリを利用して，動き適応型の倍密度ノンインタレース・スキャンをすることにより，ライン・フリッカをなくし，垂直解像度を改善する	ディジタル・メモリを利用して，動き適応型のフレーム相関YC分離を行うことにより，クロス・カラー・ドット・スクロールなどの妨害を大幅に減らすことができる	送信側でGCR信号という基準信号を送り，テレビ側でこの信号のひずみを検出し補正することにより，ゴーストを除去する	送信時の映像の解像度を向上させる．とくに垂直解像度については，ディジタル処理により向上させる	定輝度化信号処理といわれ，カメラのガンマ補正によって失われた色の濃い部分での解像度を補償する	適応的エンファシスといわれ，輝度信号の低いところでの解像度を補償する

周波数特性は，オーディオ機器と同じように低域から高域までフラットなのがベストです．また，高域がどこまで取れるかによって解像度が決定されます．1MHz当たり80TV本が目安となります．

DG，DPとは，映像関係の技術者にとってはちょっと神経質になる響きですが，それ以外の方は初めて耳にすると思います．

DGはディファレンシャル・ゲイン，DPはディファレンシャル・フェーズのそれぞれ略で，微分利得と微分位相といいます．これらはともにコンポジット・ビデオ信号において，映像の明るいところと暗いところでの，カラー・サブキャリアの受けるひずみなどの影響の差をいいます．つまり，輝度信号0から100 IREのレベル変化によってカラー・サブキャリアが何%の利得と何度の位相の影響を受けるかということです．

通常民生機器では，5%，5°以内といったところですが，測定器や放送機器では1%，1°以内も要求されます．これらの値が大きくなると輝度信号のレベルによって色が変わって見えたりします．

SN比は，オーディオ機器などでいうS/Nと同じです．映像信号のSN比は，オーディオ信号ほどよくはないのが普通で，電波による放送を最良の状態で受けたときでも50dB程度です．SN比を計るとき，JISのウェイティング・フィルタというものがあって，このフィルタにより人の目の視覚特性に合わせたSN比になります．この場合，フィルタなしのときより約6dBほどよくなるのが普通です．注意が必要だと思います．

サグとは，走査線単位または，フィールド単位の周期で，信号全体の絶対レベルがノコギリ波のように変化することをいいます．このような信号では最悪の場合，輝度勾配や同期分離エラーなどが発生します．しかし，最近のテレビなどでは，信号レベルに対して数%程度まではテレビの中のクランプ回路が吸収してくれるので問題ありません．サグの発生の最大の原因は，信号のコンデンサ結合回路による微分特性です．

つまり，その時定数が信号の周期より十分長くないとサグが発生します．とくに映像信号では，信号レベルが上下対象にならないので，平均映像レベルであるAPLが大きいときと小さいときとで，サグ・レベルが違ってきます．

パルス特性の悪化は，映像信号の低域特性と高域特性の差により発生します．具体的には群遅延特性や周波数特性の悪化により，スミアと呼ばれる白いものが尾を引いたように見える現象や，リンギングと呼ばれる映像の輪郭に筋の入る現象が現れます．VTRの再生信号などではあまりよくないようです．ダビングを繰り返したときの映像悪化のいちばんの原因になります．

本稿によりNTSC信号の基本的な仕組みについて理解できたことと思います．映像信号は奥が深く，ここから先はCQ出版発行の専門書により，さらに理解が深められることと思います．

◆参考・引用*文献◆

(1) NHKテレビ技術教科書(上)，日本放送出版協会
(2) EIA　RS-189-A規格
(3)*宇野潤三，放送技術，昭和55年10月号，(RS-170A)
(4)*EIA　RS-170A規格

ビデオ信号を扱うには，その周波数によって使用する部品や実装方法が重要になります．

ここでは，ビデオ回路の各部の部品の使い方について，くわしく解説していきます．

Y/C分離回路での部品の使い方

Y/C分離の手法としては各種の方法があります(図1)．

輝度信号Yと色信号Cを分離するには1Hディレイ・ラインを用いたくし形フィルタによる方法がその中でも一般的なものです．1Hディレイ・ラインとしてはガラス製のもののほかにCCDを利用したものがあります．

● CCDディレイ・ラインを利用したY/C分離回路

図2に1H CCDを利用したY/C分離回路を示します．

CCDディレイ・ラインは，2相クロック・ドライバによって駆動されて初めて遅延が可能になります．したがって，かならずディレイ・ライン＋クロック・ドライバという構成になります．クロックはクロマ周波数の2，3，4倍が利用されます．これはディレイ・ラインのビット数と関連があるので勝手に選べません．

つまり，CCDディレイ・ラインはNTSCかPALか，クロックがf_c(3.58 MHz)の何倍であるかが決まっています．クロック・ドライバはこのようにクロマ周波数のn倍になるのでPLLを利用します．

図2では，1Hのディレイ・ラインとPLL内蔵のクロック・ドライバを1パッケージにした，ソニーのCXL5005Pを使用しています．

1Hディレイ・ラインによるくし形フィルタは，ディレイ信号ともとの信号との和と差をとることでY信号とC信号が分離できます(図3)．

CCDディレイ・ラインは電荷の転送を行うためのクロックが必要で，これが3 f_{sc}の(10.7 MHz)のクロックです．一般にも3てい倍専用として機能化されたICが発表されています．

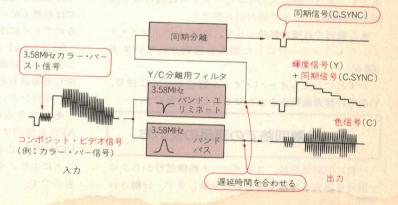
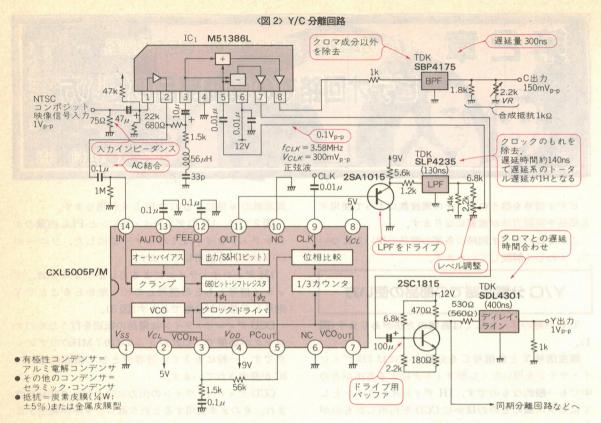
CCDディレイ・ラインの出力にはクロック成分が含まれ，そのまま使用すると折り返しひずみが発生するので，ローパス・フィルタによってクロックの除去を行います．ローパス・フィルタの入力インピーダンスは低いので，トランジスタのエミッタ・フォロワをCCDの出力に挿入します．なお，このローパス・フィルタの遅延時間140 nsを合わせて1Hのディレイになります．

● くし形フィルタ用IC M51386

M51386はくし形フィルタ用の和差入力をもったICです．ガラス製1Hディレイが使用できるように20 dBの利得をもち，0.1 V_{P-P}の入力で良いのでアッテネータRT_1が入ります．そしてM51386のディレイ入力が0.1 V_{P-P}となるように調整します．

M51386の7番ピンからは差が出力されY信号が，

〈図1〉 Y/C分離とC.SYNCの分離

〈図2〉 Y/C分離回路

8番ピンから和が出力されC信号がそれぞれ得られます．

C信号はさらに品位の高い信号にするため3.58 MHzのBPFに通されますが，BPFの遅延時間があるのでY信号と合わせるために，Y信号側に遅延時間を補正するためのディレイ・ラインを挿入します．

以上のことを考えてLPF，BPF，ディレイ・ラインをTDKのラインアップから選んでみました(図4)．

これらは中心周波数，カット・オフ周波数だけでなく，しゃ断周波数としゃ断量，遅延量に各種あります．

ここで注意しなければならないのは図5のように入力抵抗，出力抵抗をフィルタ，ディレイ・ラインに合わせ込まないと，期待した特性が得られないという点です．また一般に入力インピーダンスは低いので接続する回路はドライブ能力が必要です．

また最近では複合部品として，BPFとディレイ・ラインを1パッケージにした部品も発表されています(図6)．

いずれにしてもオーバ・オール特性としてC信号，Y信号の群遅延特性を合わせることが重要です．

同期分離回路での部品の使い方

一般に同期信号は，コンポジット映像信号からクロマ信号を除去した輝度信号から分離します．分離される同期信号としては，C.SYNC（コンポジット・シンク)，それをさらに分離して，H.SYNC（水平同期)，V.SYNC（垂直同期)があり，それぞれに使いみちは違います．同期分離はY/C分離とともに映像信号処理の基本です(表1)．

現在は専用IC(図7)や複合機能ICの一部の機能に含まれることが多くなっていますが，基本的にはどれも同じことを行っています．信号をクランプして直流再生した後スライスします．その際，ワンショット・マルチバイブレータなどを利用して分離を安定させますが，これは分離信号のタイミングがあらかじめ決まっているからです．信号検出用フィルタ，ワンショット・マルチバイブレータなど時定数が多いので専用ICでは指定の定数に従うようにします．そのような回路では当然*CR*の精度，温度安定度によって性能が決まるのでとくに注意が必要です．

0.1 μ～1 μFのコンデンサについてはアルミ電解コンデンサでは高周波特性，精度，リークなどで問題が生じる場合もあるので，タンタル・コンデンサやフィルム系コンデンサで置き換えます．

そしてさらに安定度を上げるために，最近ではAFCを併用することが多くなっています．これはVCO(PLL)の利用なのですが，AFCをロックさせることによりノイズなどにも安定した分離動作をさせるものです．

〈図3〉くし形フィルタの原理

コンポジット映像信号 → 1H ディレイ → (+) → Y信号 ／ (−) → C信号

〈図4〉フィルタとディレイ・ライン(TDK)

W＝17.5mm, H＝10.5mm

F_O	：中心周波数	3.580MHz
F_{L-3dB}	：通過域内低域3dB点周波数	2.900MHz
F_{H-3dB}	：通過域内高域3dB点周波数	4.300MHz
F_{rL}	：減衰域内低域有極周波数	—
F_{rH}	：減衰域内高域有極周波数	6.750MHz
G_{D-Fo}	：中心周波数におけるグループ・ディレイ・タイム	300ns
R_1	：測定入力インピーダンス	1.00kΩ
R_2	：測定出力インピーダンス	1.00kΩ

(a) SBPシリーズ・バンドパス・フィルタ **SBP-4175**

W＝22.5mm, H＝10.5mm

F_{-3dB}	：減衰量が3dBとなる周波数	5.250MHz
F_{-12dB}	：減衰量が12dBとなる周波数	5.700MHz
F_a	：減衰量の保証周波数	7.00 MHz
Att_{F_a}	：F_aにおける保証減衰量	40dB
$G_{0.2}$	：0.2MHzにおける群遅延時間	130ns
R_1	：測定入力インピーダンス	1.00kΩ
R_2	：測定出力インピーダンス	1.00kΩ

周波数(MHz)　減衰量(dB)　$G_{0.2}$(ns)

(b) SLPシリーズ・ローパス・フィルタ **SLP-4223**

W＝32.5mm, H＝12.5mm

F_C	：減衰量が3dBとなる周波数	7.20MHz
$G_{0.2}$	：0.2MHzにおける群遅延時間	400ns
R_1	：入力インピーダンス	1.20kΩ
R_2	：出力インピーダンス	1.20kΩ

周波数(MHz)　減衰量(dB)　$G_{0.2}$(ns)

(c) SDLシリーズ・ディレイ・ライン **SDL-4301**

〈図5〉入力抵抗，出力抵抗は仕様に合わせる

入力 → バッファ → R_{IN} → ディレイ・ライン LPF, BPFなど → R_{OUT}

R_{IN}, R_{OUT} はディレイ・ライン，LPF，BPFの仕様に合わせないと期待された特性が得られない．

〈図6〉BPF付きディレイ・ライン SFB-4230

(a) 形状・寸法　(b) 接続図

	ディレイ・ライン	BPF部
出力インピーダンス	R_1＝1.8kΩ	R_2＝2.0kΩ
周波数特性	2.5dB max.(2.5MHz)	2±1.5dB(3.58MHz)
	3.5±1.5dB(3.0MHz)	*−35dB max.(1.5MHz)
	25dB min.(3.58MHz)	*−9.5±1.5dB(3.08MHz)
		*+3±2dB(4.08MHz)
群遅延時間特性	375±30ns(0.2MHz)	340±40ns(3.58MHz)
パルス応答特性	プレ・シュート:6%max.	
入力パルス＝2T(PAL)	オーバ・シュート:3%max.	

*3.58MHzに対する相対減衰量

(c) 電気的特性

このAFCにはセラミック発振子を使用したものが多く，セラミック発振子の周波数，周波数範囲に関してはICとのかねあいがあるので，かならずICメーカが指定するものを使用しなければなりません．

なお複合機能IC（同期分離だけでなくクロマ処理などを統合したもの）では，入力信号を反転させて入力するようなICもあるので要注意です．

信号発生回路での部品の使い方

● 信号発生回路

信号発生回路はカメラ用，ブルーバック信号，テスト・パターン信号を発生するために，同期信号をはじめとする信号を発生する回路です（表2，図8）．

そしてほとんどIC化されていますが，単に同期信号を発生するものからコンポジット映像信号を発生するものまで各種あります．その一例を図9に示します．

タイミングは，水晶振動子の自己発振によるものと外部信号に同期させることのできるものがあります．

水晶振動子は，NTSC信号では3.579545 MHzまたはその4倍の14.31818 MHzを用いるものが多く，入手も比較的容易です．発振回路についてはトリマ・コンデンサで微調整できるようにしておいたほうが便利です．またクロマ信号に関しては正弦波として1 V_{p-p}で扱うICと，あくまでロジック・レベルで入出力するICとがあるので，入出力には確認が必要です．

また，ロジック・レベルの信号を出力するものはタイミング信号のエッジがほかの回路へ回り込まないように部品，回路配置を考慮しなければなりません．

● 水晶発振回路

映像機器ではこのようなクロマ発振器，各種同期信号の発生回路において，発振出力の安定のために水晶

〈表1〉同期分離

入力	出力	主な用途
輝度信号（クロマ信号除去）	C.SYNC	ブランキング・パルス，バースト・フラグの発生
	H.SYNC	オン・スクリーンICの制御
	V.SYNC	ブランキング・パルス発生
	同期信号の有無	ブルーバック発生制御

(a)同期分離とは

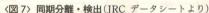
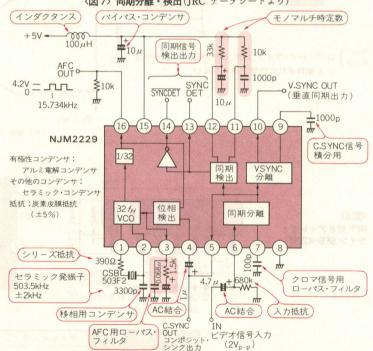
	使用部品	特徴	使用部品の注意
スライス	コンパレータ，フィルタ	ノイズ・入力信号により不安定	同期分離フィルタ，信号検出用フィルタ，ワンショット・マルチバイブレータなど時定数回路が多いので*CR*の精度，温度特性，高周波特性に注意．0.1μ～1μの有極性コンデンサはできればタンタル・コンデンサを使用する．
ワンショット・マルチバイブレータ	ワンショット・マルチバイブレータなど	バースト・フラグ，ブランキングなど時間設定可能	
AFC併用	VCO(PLL)など	AFCロックによりノイズなどにも安定した動作．さらにセラロックなどを使用して動作を安定させたものもある．	

セラロックについては各種ICごとに対応した製品が出ているので，ICメーカ指定のものを使用する．

テレビ水平同期用セラロック（村田製作所製）

	IC	セラロック
NEC	μPC1401CA	CSB503F2
三菱電機	M52684AP	CSB500F9

(b)同期の分離方法

〈図7〉同期分離・検出（JRC データシートより）

〈表2〉同期信号発生

●目的

①	カメラ用各種同期信号発生	単に同期信号を発生する
②	ブルーバック，テスト・パターンの発生	コンポジット信号発生可能（モノクロ/カラー）
③	外部同期に合わせた信号発生	同期をリセットするもの/フェース・コンパレータで協調するもの

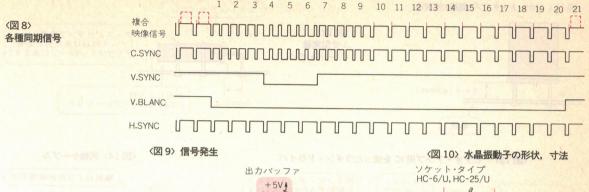
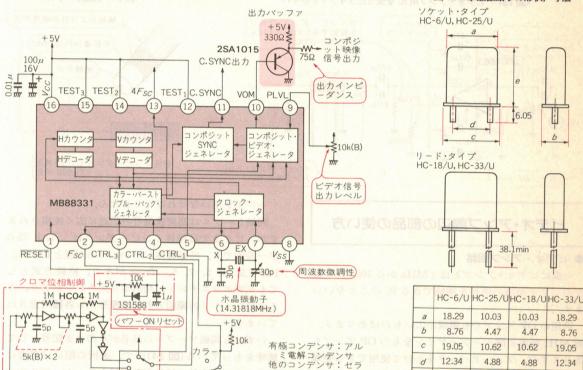
●部品使用上のポイント

- 外付け水晶振動子によりすべてのタイミングが決定する．
- 単なる同期信号を発生するものはロジック・レベルの信号で扱いやすいが，コンポジット信号を出力するものはタイミング信号の回り込みに注意．

〈図8〉 各種同期信号

〈図9〉 信号発生

〈図10〉 水晶振動子の形状，寸法

	HC-6/U	HC-25/U	HC-18/U	HC-33/U
a	18.29	10.03	10.03	18.29
b	8.76	4.47	4.47	8.76
c	19.05	10.62	10.62	19.05
d	12.34	4.88	4.88	12.34
e	19.43	13.08	13.08	19.43

発振子と発振回路を使用します．周波数としてはクロマ周波数である3.58 MHz(正確には3.579545 MHz)が多く，最近ではその4倍の周波数14.3 MHz(正確には14.31818 MHz)も多く使用されます．市場でもこの周波数はすでに標準的なものになっているので，発振子の入手はそう困難ではないと思われます．

実際，水晶発振子は周波数だけではなく各種の仕様のものがあり，希望するような特性を得るにはそれなりの知識が必要です．

形状には各種ありますが，大別するとソケット・タイプ(HC-6/U，HC-25/U)とリード線タイプ(HC-18/U，HC-33/U)があります(図10)．

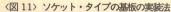
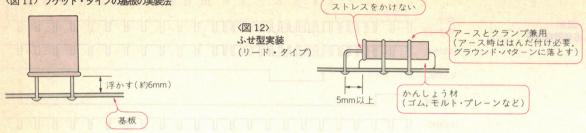
ソケット・タイプは足が短く，直接はんだ付けすることはさけたほうがよいようです．とくに熱によるストレスやプリント基板に挿入実装する際の足へのストレスがあるからです．

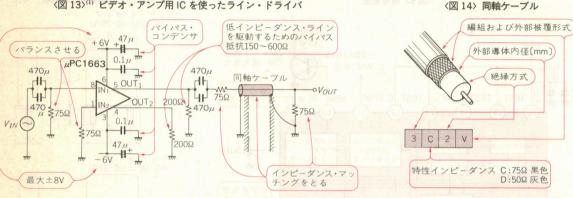
したがって，はんだ付け実装はHC-33/UまたはHC-18/U型を用いますが，熱の影響を考慮したはんだ付けや足へのストレスは同様の問題があり，図11のような基板から浮かせた実装方法なども紹介されていますが，振動や安定したマウントを考えると図12のようなふせ型の実装にしたほうがよいようです．

発振の精度は単に水晶発振子だけで決まるわけではなく，負荷容量や実際の発振回路とのかね合いがあります．

とくに発振周波数の精度として0.01％以上を得ようとすれば，実使用条件に合わせた水晶発振子の設計が必要です．したがってICのアプリケーションの中には水晶発振子のメーカ品番指定のあるものもあり，これなどはそれだけの意味をもっているのでおろそかにはできません．

〈図11〉ソケット・タイプの基板の実装法

〈図12〉
ふせ型実装
(リード・タイプ)

〈図13〉[1] ビデオ・アンプ用ICを使ったライン・ドライバ

〈図14〉同軸ケーブル

ビデオ・アンプ周辺の部品の使い方

● ビデオ・アンプ回路

一般にビデオ・アンプとは1MHzから100MHz程度のビデオ帯域の信号を増幅できるICのことをいいます．

汎用のOPアンプでも帯域の広いものはあります．数MHz程度の開ループ・ゲインをもつOPアンプもありますが，フィードバックをかけて使用できる帯域は何百kHzというオーダになってしまうようです．

ビデオ・アンプが広い帯域を確保できるのはOPアンプと違い内部帰還がかけられているためで，位相遅れが小さく，75Ωや50Ωといったロー・インピーダンスを駆動できるという特徴があります．

この回路はビデオ・アンプの性能と使い方に依存しています．

しかし，とはいってもスペシャルICの使用方法というようなものではなく，ビデオ帯域での作法といった程度のものです．

図13はビデオ・アンプICとしてμPC1663を使用したライン・ドライバの例です．

まずビデオ・アンプは入力から出力まで差動になっているので，かならずバランスをとった定数にしなければなりません．また，ビデオ帯域ではオーディオ帯域での増幅が入力抵抗≫出力抵抗であるのに対し，入力抵抗＝出力抵抗にしてインピーダンス・マッチングをとり，伝送にも特性インピーダンスを合わせた同軸ケーブルを用いなければなりません．

同軸ケーブルは高周波信号の伝送に広く使用されますが，ビデオでは特性インピーダンスは50Ωと75Ωが一般的です．外部導体(シールド)の内径としては，1.5，2.5，3，5，7，8，10mmがあり，絶縁方式としても充実ポリエチレン，発泡ポリエチレンがあり，さらにはシールドの編組と外部被覆形式も各種用意されています．

いずれも同軸ケーブルの品名がそのまま記号として意味をもっている(図14)ので，選択の際には参考になりますが，実装は特性だけではなく，ケーブルの太さや絶縁物の耐熱や配線の作業性についても検討が必要です．また，同軸ケーブルは機器間の接続だけでなく，回路と回路，基板と基板との間など機器内でも使用されます．

なお，同軸ケーブルは基板に直接はんだ付けされることもありますが，普通，接続には同軸コネクタ(たとえばBNCコネクタなど)が使用されます(図15)．

● ビデオ・アンプIC μPC1663C

μPC1663Cはf_T＝6GHzの超高周波プロセスを用いた差動入力，差動出力のビデオ・アンプで，高精細TVをはじめとするビデオ帯域増幅に適したICで，外付けの抵抗一本で利得が連続可変できます(図16)．

これはビデオ・アンプ全般にいえる機能で，初段のエミッタ抵抗を変え，電流帰還量を変えることで行っています(図17)．同シリーズのμPC1664Cでは図18のように外付け端子が追加されています．図19にこの端子を利用して利得設定した際の周波数特性お

〈図 15〉プリント基板への接続

(a) 細い同軸ケーブルを用いた一般的方法　(b) 整合改良例

金属バンド
両面プリント基板
3D2V
マイクロ・ストリップ・ライン

(c) 金属バンドを用いる方法

BNCレセプタクル
プリント基板

(d) 同軸コネクタを用いる方法

〈図 16〉μPC1663 の利得調整抵抗

差動ゲイン A_{vd}
利得調整抵抗 R_{ADJ} (Ω)

〈図 17〉ビデオ・アンプIC μPC1663

〈図 18〉ビデオ・アンプIC μPC1664

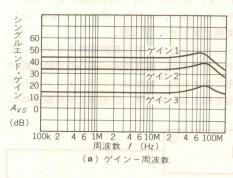
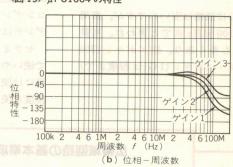
(a) ピン配置

V^+
IN_1　IN_2
G_{1A}　G_{1B}
G_{2A}　G_{2B}
OUT_1
OUT_2
V^-

(b) 内部

〈図 19〉μPC1664 の特性

(a) ゲイン－周波数

(b) 位相－周波数

および位相特性を示します．電流帰還量を変えて利得を変えているので特性に変化が出ます．

ビデオ・アンプを使用する際の注意点は電源電圧がOPアンプと異なり，±15 V ではなく μPC1663 の例では最大定格で±8 V，推奨動作では±6 V であることです．

ビデオ・アンプが扱える周波数は HFバンド(3 M～30 MHz)，もう少し欲張って VHFバンド(30 M～300 MHz)の低いところ(図 20)ですが，VHFバンドは入門者が簡単に扱える周波数ではないので，ここでは HF バンドにおける CR の使用方法を述べます．

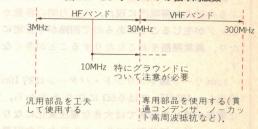
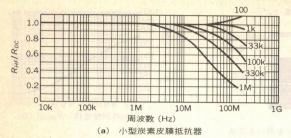
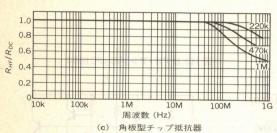
〈図 20〉ビデオ・アンプが扱う周波数

〈図 21〉抵抗器の高周波特性

(a) 小型炭素皮膜抵抗器

(b) 小型金属皮膜抵抗器

(c) 角板型チップ抵抗器

抵抗値の大きいほど周波数特性(f特)は悪い．リードレスのチップ抵抗は高周波特性が良い．

高周波回路全搬での部品の使い方

ビデオ・アンプのような高周波回路では，図 13 の回路図に書かれていないテクニックが多くあります．

おもなものだけでもアースの取り方，シールド・リーケージ対策，配線方法，線材など数多くあります．

また回路図に示されていても部品の種類によって性能が大きく変化する部品がほとんどです．ここでは図 13 についてだけ説明します．

● 基板

ベークライト製のものは価格は安いのですが，高周波特性は片面タイプで 100 MHz までと言われ，実装上の工夫が必要なことも多くあり，紙エポキシ(300 MHz 程度まで)やガラス・エポキシ(1 GHz 程度まで)が妥当です．

● 抵抗

高周波回路で使う抵抗は LC 成分の存在が無視できません．構造は皮膜タイプのような巻き構造ではないものがよく，リード線の短いものを使用して実装も短くします．

また低抵抗ほど抵抗体のカッティングが少ない(図 21)ので L 分が少なく，高周波回路向きです．抵抗は数十 kΩ 以下を使用するのが定石です．先に述べたような理由から当然，巻線抵抗は使用できません．

● コンデンサ

巻き型構造であるコンデンサの周波数特性は 1 MHz 程度です．したがって，これに類するマイラ・コンデンサ，スチコン，メタライズド・フィルム・コンデンサは使用できません(図 22)．

セラミック・コンデンサでも高誘電率タイプは小型で使いやすいのですが，温度特性が悪いので時定数回路には使用できません．電源のバイパス・コンデンサ程度に使用を抑えるべきです．位相補正や発振止めの

広帯域回路の基本事項

広帯域回路では配線インダクタンスと寄生容量による共振点が帯域内に現れ，入出力間の容量カップリングが生じることがあるので回路が不安定になったり，異常発振をおこしたりすることが多くなります．

1cm リード線やプリント・パターンは約 10nH に相当し，10MHz では 0.6Ω になりますから，大きな電流が流れる回路では大きな電圧変化になります．また，一般の抵抗器は 0.2p〜0.3pF の分布容量があります．

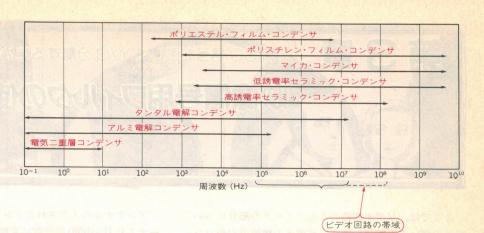
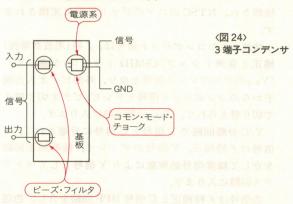
確実に動作させるためのもっとも基本的な事項はグラウンドのインピーダンスを下げることです．

具体的にはグラウンドに広いパターン面積をとるベタ・アースという手法を用います．

ベタ・アースにするとインダクタンスも下がり，パターン間の容量によるカップリングを下げることもできますが，回路ブロックごとにシールド・ケースに入れたり，シールド板で覆うことで大きな効果が期待できます．

〈図22〉
各種コンデンサの周波数特性

〈図23〉映像回路でのノイズ対策

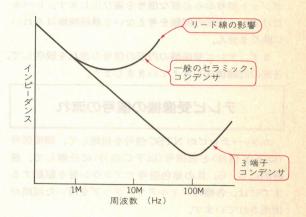
〈図24〉
3端子コンデンサ

コンデンサに使うと大きな失敗をします。

またバイパス・コンデンサとして使用する場合も，リード線を短く実装することが必要です．リード線(φ0.5〜1.0)10 mmあたり10 MHzで0.01 μF，コンデンサとして0.005 μFを見込む必要があります．いずれにしてもC成分とL成分で共振を起こします．

容量とリード線の長さによって周波数は変化しますが，この自己共振周波数は数MHz〜数十MHzになります．コンデンサの使用周波数はこの共振周波数までなので，容量を大きくする必要のあるバイパス・コンデンサほど，L成分を小さくするためにリードを短くすることが必要です．

● ノイズ対策部品

今まで述べたように映像信号回路は広帯域の信号を扱っていますが，それだけに信号に不要な高周波ノイズが乗ったり，外部へノイズを放出する可能性が大きくなります．また電源回路への回り込み，電源回路からの高周波ノイズの回り込みという問題があります．

こうした問題の対策部品や対策方法について述べます(図23)．一般に信号ラインのノイズ対策方法としては，フィルタによる高周波カットの方法がありますが，映像信号では帯域が広いので難しい問題です．一般のCPU回路などのノイズ対策部品では1 MHz，4 MHz，8 MHz，10 MHzに減衰ディップをもつので，信号が減衰してしまいます．

映像信号ではLを使ったフィルタは使用せず，フェライト・ビーズを使用したフィルタを用います．高周波においてはリードにビーズを通しただけでフィルタとなります．これを用いることで，信号への影響を与えることなく高周波ノイズの防止ができます．

一般にバイパス・コンデンサというとセラミック・コンデンサですが，図24のように1 M〜10 MHzで最低インピーダンスになり，それ以上の周波数ではインピーダンスが増加してしまいます．これをさける方法として3端子コンデンサを使います．このコンデンサはセラミック・コンデンサの一方の電極に2本のリード線を付けたものです．

◆参考・引用*文献◆

(1) トランジスタ技術SPECIAL No.5，画像処理回路技術のすべて，CQ出版社．
(2)*TDK，複合部品LCフィルタ・ディレイラインデータシート．
(3)*新日本無線，NJM2229データシート．
(4)*吉田武；高周波回路の設計ノウハウ，CQ出版社
(5)*鈴木憲次；実験で学ぶ高周波回路，トランジスタ技術，1990年10月号．
(6)*日本電気，μPC1664データシート．

(本稿はトランジスタ技術1991年3月号の記事を再編集したものです)

第3章

NTSC信号を正しくY/C分離するために

映像信号用フィルタの使い方

●砂田厚一

ここでは，ビデオ回路のうちフィルタの部分についてその使い方を解説します．ビデオの検波出力やコンポジット信号から必要な信号を選び出します．レベルだけでなく位相の問題を考えないと最終映像はきれいに映りません．

まず，テレビ受像機の内部の信号の流れを説明して，各部の回路構成を考えていきましょう．

テレビ受像機の信号の流れ

カラー・テレビのNTSC信号を処理して，輝度信号（以下Y信号）と色信号（以下C信号）に分離して，最終的にR，G，Bの原色信号でブラウン管を駆動するまでには，各種のフィルタやトラップを用いた回路が使用されています．

図1はカラー・テレビのチューナからブラウン管までの，NTSC信号の流れを系統図にまとめたものです．

アンテナから入力されたテレビのRF信号は，チューナよりIF（中間）周波数に変換されて，SAWフィルタで帯域制限され，V（映像）IF，増幅，検波段で増幅，検波され，NTSCのコンポジット信号に変換されます．

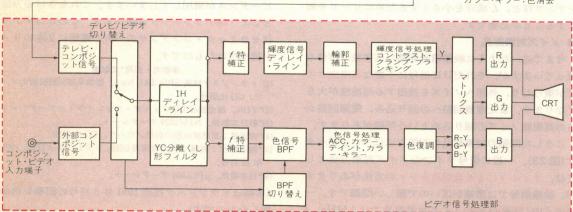
検波されたコンポジット信号は，f特（周波数特性）補正と音声トラップ（4.5MHzトラップ）を通して，$1V_{p-p}$のコンポジット信号となり，外部ビデオ入力端子からのコンポジット信号とテレビ/ビデオ切り替えで切り替えられて，Y/C分離回路に入ります．

Y/C分離回路でY信号とC信号に分離されて，Y信号はf特補正，Y信号のディレイ，輪郭補正回路を介して輝度信号処理部によりY信号としてマトリクス回路に入ります．

色信号はf特補正とC信号BPF回路を介し，色信号処理部でACCやカラー・コントロール制御され，色復調され，R-Y，B-Y，G-Yの色差信号でマトリクス回路に出力されます．

〈図1〉カラー・テレビのビデオ信号系統図

略語説明

SAW：表面弾性波
VIF：映像中間周波数
f特：周波数特性
YC：Y：輝度，C：色信号
BPF：バンドパス・フィルタ
ACC：自動色飽和度調整
ティント：色相調整
カラー・キラー：色消去

〈図2〉[3]
狭帯域方式映像中間周波用 SAW フィルタの特性例

〈図3〉[5]
広帯域方式映像中間周波用 SAW フィルタの特性例

(1) 主なスペック

入力容量	10.5±2.1pF
出力容量	6.85±1.37pF

(2) 振幅特性(ピーク基準)

52.75MHz	−45dB以下
54.25MHz	-20^{+4}_{-2}dB
55.17MHz	−2.5±1.5dB
58.75MHz	−2.1±1.2dB
60.25MHz	−43dB以下

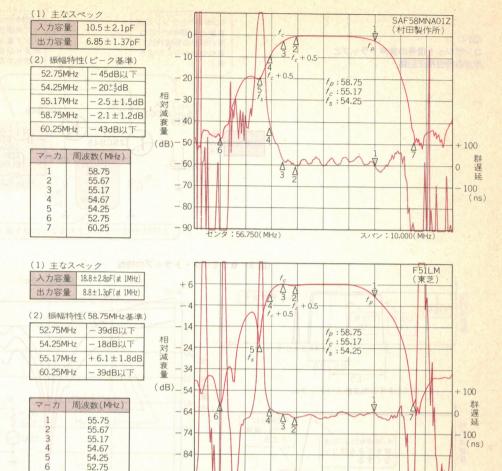
マーカ	周波数(MHz)
1	58.75
2	55.67
3	55.17
4	54.67
5	54.25
6	52.75
7	60.25

(1) 主なスペック

入力容量	18.8±2.8pF(at 1MHz)
出力容量	8.8±1.3pF(at 1MHz)

(2) 振幅特性(58.75MHz基準)

52.75MHz	−39dB以下
54.25MHz	−18dB以下
55.17MHz	+6.1±1.8dB
60.25MHz	−39dB以下

マーカ	周波数(MHz)
1	55.75
2	55.67
3	55.17
4	54.67
5	54.25
6	52.75
7	60.25

マトリクス回路でY信号と色差信号がマトリクスされ，RGB信号となり，RGBの各出力回路よりブラウン管のカソードを駆動します．

以上のように，カラー・テレビの信号の流れの中に使用されているフィルタとしては，テレビ信号をコンポジット信号に変換する部分に，IF SAWフィルタと音声トラップ，コンポジット信号をY信号とC信号に分離する部分にY/C分離くし形フィルタ，C信号BPF，Y信号ディレイ・ラインなどが使われています．

以下，映像検波段以降のコンポジット信号のフィルタやトラップの使い方と処理を中心に説明します．

テレビ信号よりコンポジット信号に変換する部分

チューナのIF出力の後に挿入されるIF SAWフィルタは，狭帯域方式(図2)が一般的に使用されていますが，最近の高画質AVテレビには，図3に示す広帯域方式のものも商品化されています．

ここでは，図2に示す狭帯域方式の場合の，VIF検波段以降の回路の設計例を図4に示します．

● セラミック・トラップ

この図4において，映像検波出力はマッチング抵抗 R_{201} を介して，セラミック・トラップ CF$_{201}$ に入力されて，4.5MHzを30dB以上減衰させます．

CF$_{201}$ と並列に L_{201} が入っているのは，4.5MHzより低い周波数成分の帯域特性を決めるためで，L_{201} の値によりトラップの減衰量と減衰幅が変化します．

図5に L_{201} の値とトラップの減衰特性の変化を示します．L_{201} を大きくするとトラップ減衰幅は広くなりますが，4MHz付近の肩の特性が変化するので，普通は10〜20μHの範囲に選びます．

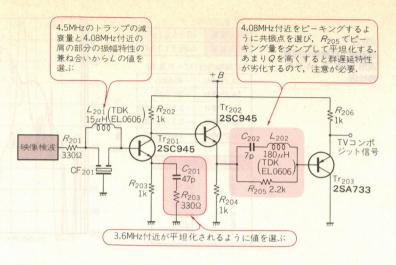
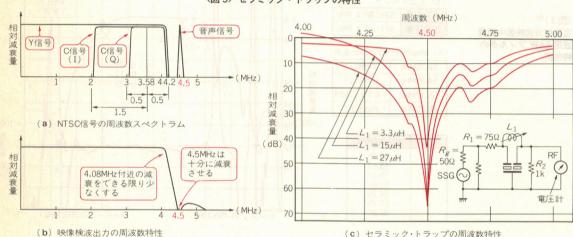
音声トラップの出力は，Tr$_{201}$ のエミッタ・ピーキングの C_{201} と R_{203} で，3MHz以上の成分を0dB付近までもち上げます．Tr$_{202}$ のエミッタ出力の C_{202}，L_{202}，R_{205} の並列回路は4MHz付近をもち上げるためのもので，C_{202} と L_{202} の共振周波数を4.08MHz付近に選びます．

R_{205} は共振の Q をダンピングするもので，4.5MHz

〈図 4〉
コンポジット信号の音声トラップと周波数特性補正回路

〈図 5〉 **セラミック・トラップの特性**

(a) NTSC信号の周波数スペクトラム

(b) 映像検波出力の周波数特性

(c) セラミック・トラップの周波数特性

のトラップ減衰量との兼ね合いから決定します．以上の振幅特性を図6に示します．

また図7に4.5MHzのセラミック・トラップの例として，カタログ・データを示します．

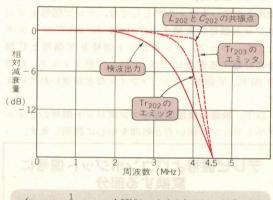
コンポジット信号をY信号とC信号に分離する回路

● Y/C 分離回路

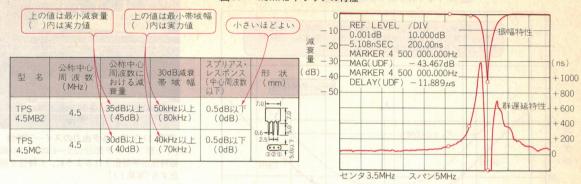
図8に，ガラス製の1Hディレイ・ラインを用いた1Hディレイ・ライン方式のY/C分離回路を示します．信号の説明をここでは行いませんが，文献(4)を参照してください．

TP入力から入力されたコンポジット信号は，Tr_{702}とTr_{703}で1Hディレイ・ラインを通った信号とマトリクスされ，Tr_{702}のコレクタからは減算されたC信号が，Tr_{703}のコレクタよりは加算されたY信号が取り出されます．

L_{701}とVR_{701}は，くし形フィルタのくしの深さを調

〈図 6〉 **コンポジット信号出力の周波数特性**

$f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L_{202}\cdot C_{202}}} = 4.08$MHzになるように$L_{202}$と$C_{202}$の値を決める．
Qは$\omega \cdot C_{202} \cdot R_{202}$で決まり，$R_{202}$が小さいほどQダンプされる．Qの値は4.08MHz付近がほぼ平坦化するように選ぶが，振幅特性のみでなく必ず群遅延特性も同時にチェックする必要がある．とくに3.5～4.1MHz付近の特性については重要．

〈図7〉[3] 4.5MHz トラップの特性

型名	公称中心周波数(MHz)	公称中心周波数における減衰量	30dB減衰帯域幅	スプリアス・レスポンス(中心周波数以下)	形状(mm)
TPS 4.5MB2	4.5	35dB以上(45dB)	50kHz以上(80kHz)	0.5dB以下(0dB)	
TPS 4.5MC	4.5	30dB以上(40dB)	40kHz以上(70kHz)	0.5dB以下(0dB)	

〈図8〉 1Hディレイ・ラインを用いたY/C分離回路

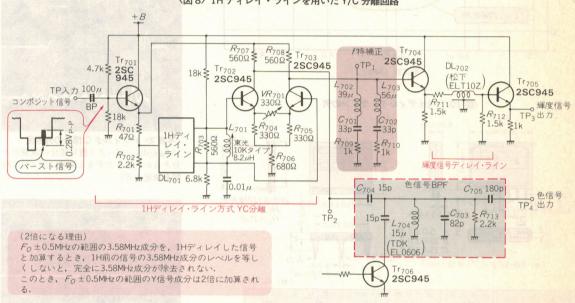
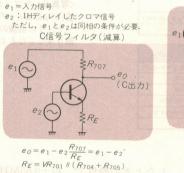
(2倍になる理由)
F_O±0.5MHzの範囲の3.58MHz成分を，1Hディレイした信号と加算するとき，1H前の信号の3.58MHz成分のレベルを等しくしないと，完全に3.58MHz成分が除去されない．
このとき，F_O±0.5MHzの範囲のY信号成分は2倍に加算される．

(a) Y/C分離回路

e_1＝入力信号
e_2：1HディレイしたクロマY信号
ただし，e_1とe_2は同相の条件が必要．

C信号フィルタ(減算)

$$e_O=e_1-e_2\frac{R_{707}}{R_E}=e_1-e_2'$$

$$R_E=VR_{701}\,/\!/\,(R_{704}+R_{705})$$

F_O±0.5MHzでクロマ(C)信号はe_1とe_2'は180°位相なので，$e_O=2e_1$となり，クロマ信号は2倍となり，e_Oにクロマ信号として出力される．
F_O±0.5MHzでY信号は$e_1=e_2'$なので，$e_O=0$となり，Y信号は0となる．

Y信号フィルタ(加算)

e_1 R_{703} e_O (Y信号出力) Tr_{703} R_E e_2

$$R_E=VR_{701}\,/\!/\,(R_{704}+R_{705})$$

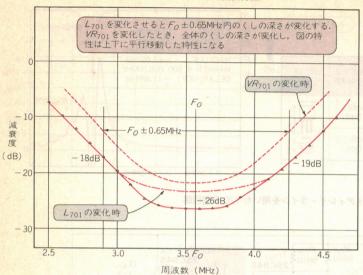
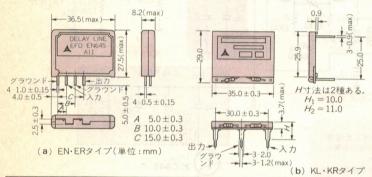
$$e_o=e_1+e_2\cdot\frac{R_{708}}{R_E}=e_1+e_2'$$

F_O±0.5MHzの範囲で，クロマ信号が$e_1=e_2'$のレベルになるようにR_{708}/R_Eを選ぶと，e_1とe_2'とでは1Hディレイしているので，クロマ信号の位相は180°ずれていて，$e_1=e_2'$のレベルのとき$e_O=0$となる．
一方，Y信号(F_O±0.5MHz)は，位相が180°ずれておらず同相成分になるので，$e_O=2e_1$となる．

(b) Y/C分離の動作説明

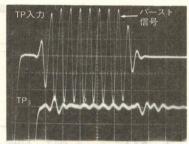
〈図9〉Yフィルタのくしの減衰特性

〈図10〉[2] 1Hディレイ・ラインの例

（a）EN・ERタイプ（単位：mm）　（b）KL・KRタイプ

タイプ	型　名	周波数 F_O (MHz)	遅延時間 (μs)	挿入損失 (dB)	帯域幅（MHz） 3dB	10dB
EN KN KL	EFD-EN645B85	3.579545	63.556±0.005	10±3	F_O±0.65(min)	—
	EFD-EN645B23	3.575611	63.484±0.005			
	EFD-EN645B86	3.582056	63.929±0.005			
	EFD-EN645A11	4.433619	63.943±0.005		F_O±0.8(min)	
	EFD-EN645A51		64.000±0.005		F_O±1.4(min)	F_O±1.8(min)
	EFD-EN645A12		63.556±0.005		F_O±1.2(min)	—

タイプ	不要反射（dB） その他	3τ	使用温度範囲 (℃)	整合抵抗 R_1, R_2 (Ω)	整合インダクタンス L_1, L_2 (μH)	用　途
EN KN KL	26.0(min)	26.0(min)	−10〜+60	560	15	NTSC TV, VTR, ビデオ・カメラ
				390	13	PAL-M TV, VTR
				560	15	PAL-N TV, VTR
				390	8.2	PAL/SECAM TV, VTR
						PAL VTR, ビデオ・カメラ
						NTSC VTR

（c）定格（代表型名のみ記載）

〈写真1〉Yフィルタ出力のスイープ特性
［くし形フィルタ部分(2.5〜4.5MHz)の振幅特性が平坦化されるように，f特性を補正する(写真上)］

〈写真2〉Yフィルタ C信号の分離度
［0.5μs/div．バースト信号成分の減衰が十分あるかチェックすると同時にディレイ時間を測定する］

〈写真3〉Yフィルタ出力の2Tパルス応答［0.5μs/div．プリシュート，オーバシュート，その前後のリンギング成分をできる限り少なくなるようにする(写真下)］

整するものです．L_{701}で1Hディレイ・ライン出力信号の位相を調整し，VR_{701}でTr_{702}，Tr_{703}の加減算のレベルを調整して，くし形フィルタのくしの深さを最良点に合わせます．

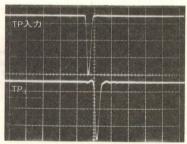
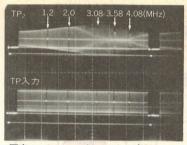
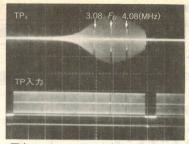
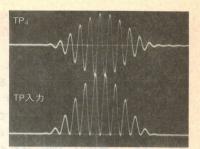



図9にくし形フィルタのくしの深さの帯域特性を示します．このデータは，図10に示すEFD-EN645B85 1Hディレイ・ラインを図8の回路で使用したときの特性で，F_0±0.65MHzの減衰量が−18dB以上とされています．

● Y信号f特性補正とY信号ディレイ・ライン

図8で，TP_1のY信号はL_{702}，C_{701}，R_{709}とL_{703}，C_{702}，R_{710}から構成されるf特補正回路により，F_0(3.58MHz)±0.65MHz範囲の帯域特性を平坦化するように選びます．

〈写真 4〉 C フィルタ・スイープ特性
[2.5〜4.5MHz 成分の振幅がくし形フィルタの Y フィルタによりほぼ 2 倍にピーキングされる(写真上)]

〈写真 5〉 クロマ BPF 出力
[F_0±0.5MHz で−3dB 以内になるようにする(写真上)]

〈写真 6〉 クロマ BPF 出力の 12.5T パルス応答[0.5μs/div. 上下対称の波形になるように BPF を設計し，同時にディレイ時間をチェックする(写真上)]

L_{702}よりなる共振回路は 3.8MHz 付近に，L_{703}よりなる共振回路は 3.3MHz 付近にそれぞれ共振点をもたせ，くし形フィルタにより 2 倍にもち上げられた帯域部分を平坦化しています．

帯域を平坦化された Y 信号は，Tr_{704}のエミッタより Y 信号遅延用のディレイ・ライン DL_{702}に入力され，Tr_{705}より出力されます．

DL_{702}は最近のテレビの高画質化に伴い，7MHz 以上まで平坦化されているディレイ・ラインで，−3dB 周波数が約 7.5MHz です．

C 信号の BPF の特性と，色信号処理部と復調後の LPF の特性により遅延する C 信号の遅延時間を補正するために，現在ではここのディレイ・ラインの遅延時間に約 0.3〜0.4μs のものが一般的に使用されています．

写真 1〜写真 3 に Y 信号の出力 TP_3における特性を示します．

● C 信号バンドパス・フィルタ

図 8 の TP_2に取り出された C 信号は，Y 信号の低域部分(3MHz 以下の成分)を含んでいるので，C 信号 BPF に入力します．C_{704}，L_{704}，C_{703}より構成されるバンドパス・フィルタは F_0(3.58MHz)±0.5MHz の BPF で，テレビ信号時は共振点を 3.8MHz 付近に選び，ビデオ入力時は 3.58MHz 付近に選びます．

C 信号 BPF の Q は 3〜5 で，F_0±0.5MHz がオーバーオールで−3dB を取れるように C_{704}，C_{703}，L_{704}，R_{713}の値を決定します．Tr_{706}は，ビデオ入力時に，BPF の共振点を 3.5MHz 付近にするためのスイッチ用トランジスタです．

写真 4〜写真 6 に，ビデオ入力時における，C 信号のフィルタの各部の特性を示します．

● 遅延時間と位相特性

テレビ信号のときは，VIF の SAW フィルタと 4.5MHz の音声トラップの 3.08〜4.08MHz 範囲の遅延特性がもっとも重要です．振幅特性を 4.08MHz まで平坦化しても，3.08〜4.08MHz の帯域内の群遅延特性が悪いと，Y 信号と C 信号の遅延時間が色の高域成分が色相により合わなくなります．

Y/C 分離回路と Y 信号ディレイ・ラインの群遅延特性は，3.58±0.5MHz 範囲では平坦化されていてほとんど問題ありません．したがって C 信号の振幅特性を補正する部分，すなわちテレビ信号時では 4.5MHz

テレビ映像の帯域

テレビ受信時は，狭帯域検波方式を採用すると，どうしても映像検波段だけで，4.08MHz 付近まで完全に平坦化するのは難しくなります．

このため，4.08MHz 付近が多少減衰(−3dB 近く)しているため，BPF の共振点を多少高め(3.8MHz 付近)にシフトして，オーバオールのクロマ信号の BPF の特性を平坦化します．これは，映像検波段で 4.08MHz を完全に平坦化しようとすると，4.5MHz 成分の除去が十分でなくなり，これが Y 信号処理部に悪影響を与えるからです．

また C 信号の BPF を含めて補正すると，補正回路が 2 段となり(1 段は映像検波段で，もうひとつは BPF)，それぞれの Q を小さくすることが可能で，群遅延特性も良好に保った条件で，C 信号の振幅特性の補正ができます．

以上のふたつの理由で，C 信号の BPF だけで F_0±0.5MHz の f 特を平坦化する方法は，あまりベターではありません．

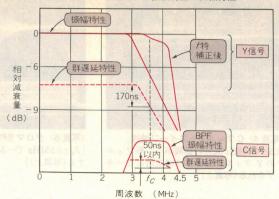
ビデオ入力時には，外部信号入力端子からということで，4.08MHz まで平坦化された入力信号に対応するために，BPF の共振点は F_0に合わせます．

トラップ周辺回路(図4のフィルタ回路)とビデオ入力時では，C信号BPFの群遅延特性が重要となります．

C信号BPFは，Qを3〜5に選んでおけば，群遅延特性は帯域内でほぼ平坦化しているので問題ありませんが，4MHz付近の振幅を補正するためにQを高くすると，群遅延特性が劣化するので注意が必要です．

テレビ信号時は図11に示すように，f_c(3.58MHz)でオーバオール特性が−170nsになるようにすることが必要です．また，BPFの特性としては，F_0±0.5MHzの帯域内で群遅延ができる限りリニア特性になることが必要です．

しかし，狭帯域検波の場合は，3.08〜4.08MHzを平坦化するために，4.08MHz付近のピーキングをして，BPFの帯域特性をアンバランスにします．そのため，C信号の4.08MHz付近がどうしても遅れるために，その遅れをオーバオールで50ns以内に抑えることが重要です．

〈図11〉オーバオールの振幅特性と位相特性

◆参考・引用*文献◆

(1) TDK，小型インダクタンスデータブック．
(2)*松下電器，超音波遅延線カタログ．
(3)*村田製作所，セラミックフィルタカタログ．
(4) 画像処理回路技術のすべて，トランジスタ技術SPECIAL No.5，CQ出版社．
(5)*東芝，弾性表面波デバイス，1984年．

(本稿はトランジスタ技術1988年2月号の記事を再編集したものです)

第4章 テスト・パターン・ジェネレータの代わりにする 簡易カラー・バー・ジェネレータの製作

●松村 南

映像回路はオーディオ回路にくらべ難しく感じるという声を聞くことがあります．その理由としては帯域が広いこと，また信号が輝度，クロマ，同期の信号で複合化されていることなどのようです．

またそれらに加えてオーディオ回路にくらべ，直感的でない，実験がしにくいなどといった入りづらさがあるようです．

しかし，実際に映像信号を扱ってみると直感的な部分も多く，オシロスコープ上のコンポジット信号の形を見てモニタに現れる映像をある程度想像することも可能です．

ただ，オーディオ回路のようにオシロスコープと内蔵のオシレータだけで済ませるわけにはいきません．

以前，画質補正を行うイメージ・エンハンサを製作したことがありましたが適当な信号源がなく，しかたなくVTRの映像信号を利用しました．そのときはさすがに動作チェックに手間どりました．

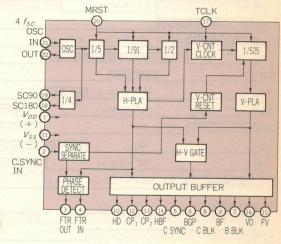
こうした際にはテスト・パターン・ジェネレータを使用するのが一般的です．しかし，メーカ製は多機能なところはよいのですが高価なところが難点です．

というわけで今回ある程度製作が簡単で，製作の過程でも映像回路の技術を習得できるようなカラー・バー・ジェネレータを考えてみました(図1)．

今回製作するものは，タイミング・ジェネレータとエンコーダIC，簡単なタイミング回路でカラー・バーを発生させることができます．また，タイミング回路を工夫すればさらに多くのパターン発生が可能です．

カラー・バー・ジェネレータ回路の概要

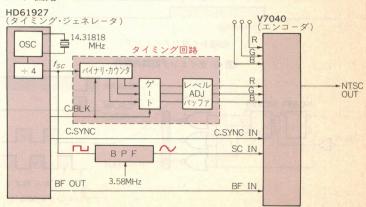
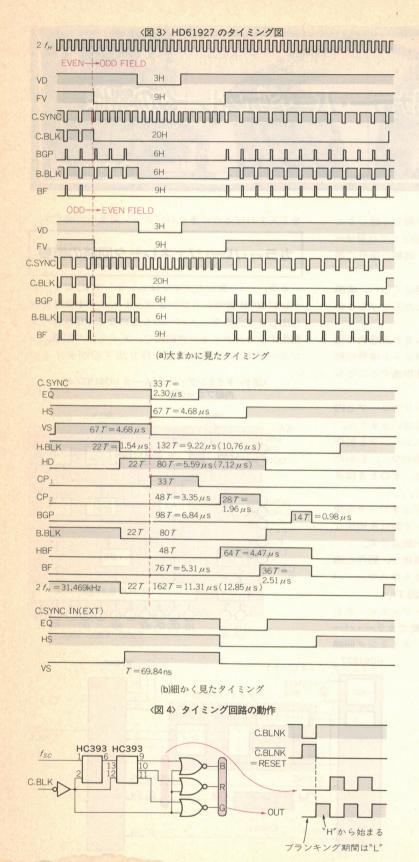
カラー・バー発生のメインはエンコーダICです．アナログRGB信号からコンポジット・ビデオ信号を作り出します．カラー・バーのもとになるRGB信号を発生するのがタイミング回路で，タイミング回路，エンコーダICに必要な信号を作り出すのがタイミン

〈図2〉タイミング・ジェネレータHD61927の内部ブロック図

〈図1〉簡易カラー・バー・ジェネレータのブロック図

〈図3〉 HD61927のタイミング図

(a)大まかに見たタイミング

(b)細かく見たタイミング

〈図4〉 タイミング回路の動作

グ・ジェネレータ用ICです．

入手の容易さや，機能から考えてエンコーダ用ICとしてのV7040(ソニー)，タイミング・ジェネレータ用ICとしてHD61927(日立)を使用しています．

以下各部分についてICの機能を中心に説明します．

● タイミング・ジェネレータ(HD61927)

日立製のこのICは本来ビデオ・カメラ用の各種同期信号発生に使用するICです．この種のICは各社から発表されていますが，最近はシュリンク・タイプやフラット・パッケージなどの面実装タイプが多くなっています．これも小型化という時代の流れなのでしょうが，個人が行う製作，とくにユニバーサル基板で試作するためにはこのICのようにDIPタイプのものは貴重です．

タイミングは多くの他のICのようにPAL，SECAMなどに対応しておらず，NTSC専用です．

ICの内部ブロックとピン配置を図2に示します．

動作モードとして内部発振で行う動作方法と，外部信号に同期させる動作方法のふたつがありますが，今回は自己発振のモードを使用します．

OSC INとOSC OUT間を外付け抵抗1MΩで帰還し，クリスタル発振器を外付けします．すべてのタイミングは内部発振する14.31818 MHzに同期します．

内部モードではMRST(20番ピン)とTCLK(17番ピン)をGNDに落とし，C.SYNC INはV_{DD}(＋電源)に接続します．

このICは＋5Vで動作するのでエンコーダICとのインターフェースも簡単になります．

内部動作は，マスタ発振である14.31818 MHzを分周することで各タイミングを作り出します．

今回のシステムではエンコーダICが必要とするC.SYNC(コンポジット・シンク)信号とエンコーダのR・G・B入力へのタイミング信号を

作るための14.31818 MHzを1/4分周したf_{sc}(3.579545 MHz)とカウンタをリセットするためのC.BLK(コンポジット・ブランキング)信号を得ます.

このほか，HD61927からは図3(a)，(b)に示すような各種のタイミングが得られるので種々の実験を行うことができます.

なお，HD61927から出力されるf_{sc}はロジック・レベル出力，すなわち方形波です．エンコーダであるV7040は正弦波入力なので，HD61927のf_{sc}出力には3.58 MHzのバンドパス・フィルタを通し，正弦波にします.

● タイミング回路

カラー・バーを出すためにはエンコーダのR，G，B入力に$1\,V_{P-P}$，3ビットのタイミング信号を入力しますが，この信号はC.SYNCに同期しないと，安定したカラー・バー出力が得られません.

〈表1〉エンコーダICの比較

	CXA1145P/M	V7040
電　源	+5 V	+5V
消費電力	110mW	135mW
PAL/NTSC	対応	対応
出　力	75Ω	75Ω×2系統
入　力	RGB	RGB×2系統
サブキャリア発振器	あり	なし
サブキャリア入力	あり	あり
スーパ・インポーズ	なし	ミックス・ハーフトーン機能
オーディオ・バッファ	あり	なし
パッケージ	24ピンDIP/SOP	28ピン シュリンクDIP

〈図5〉エンコーダIC V7040の内部ブロック図

タイミング・ジェネレータのf_{sc}をバイナリ・カウンタで分周し，C.BLKでカウンタをリセットすることで同期したタイミング信号を得ます.

カウンタはデュアル4ビット・バイナリ・カウンタである74HC393をカスケード接続し，R出力で1/64分周，G出力で1/128分周，B出力で1/32分周します.

1水平期間中には8色のカラー・バーが重複して出力されることになりますが，モニタ画面には1水平期間すべてが見えるわけではなく，また機器による水平表示位置の差があることを考慮したためです．つまり簡易的には1水平期間にちょうど8本のカラー・バーが出るようになることもあるまいということです.

カラー・バーのリセット・タイミングは，水平同期信号に準じていれば良いようにも思えます．エンコーダであるV7040のRGB入力はAC結合されており，C.SYNC信号をもとにクランプするので，RGB信号はブランキング区間には無信号としなければなりません.

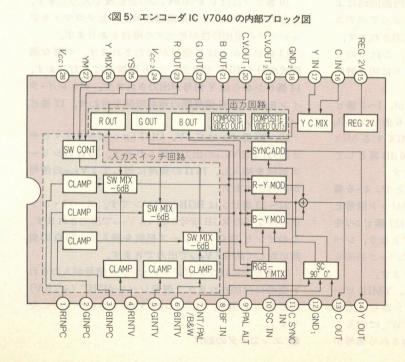
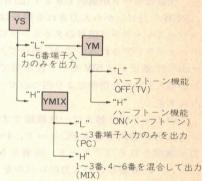
R，G，B各入力には$1\,V_{P-P}$の方形波を入力するので，ロジック・レベルからレベル変換(調整)した後バッファを後置します.

タイミングを図4にまとめて示します.

● エンコーダIC(V7040)

エンコーダICには大きく分けて色差方式(R−Y，B−Y，Y)と原色方式(R，G，B)があります.

ここで用いるのは原色方式です．ソニーの原色エンコーダとしてV7040のほかにもCXA1145Pがありま

〈図6〉V7040のモード

モード	出力信号	レベル
PCモード	1～3番端子に入力のRGB信号	そのまま出力
TVモード	4～6番端子に入力のRGB信号	そのまま出力
MIXモード	1～3番端子と4～6番端子に入力のRGB信号	各々−6dB下げて混合する
ハーフトーン・モード	4～6番端子に入力のRGB信号	−6dB下げて出力(スーパ・インポーズ時などで使用)

〈表2〉V7040の電気的特性(25℃，+5V)

測定項目	記号	min	typ	max	単位
消費電流 1	I_{CC1}	7.0	12.2	17.3	mA
消費電流 2	I_{CC2}	6.0	14.3	20.0	mA
BWモード消費電流1	I_{BW}	4.3	8.1	11.9	mA
R出力レベル	V_R	0.63	0.71	0.80	V_{P-P}
G出力レベル	V_G	0.63	0.71	0.80	V_{P-P}
B出力レベル	V_B	0.63	0.71	0.80	V_{P-P}
RGB周波数特性	f_{CRGB}	−3			dB
RGBクロストーク	CT			−40	dB
SW遅延時間	Td		40	80	ns
ハーフトーン・レベル	G_{HT}	−8	−6	−4	dB
MIXレベル	G_{MIX}	−8	−6	−4	dB
シンク・レベル	V_{SYNC}	0.24	0.29	0.34	V
R100％時Yレベル	V_{YR}	0.18	0.21	0.25	V
G100％時Yレベル	V_{YG}	0.37	0.41	0.49	V
B100％時Yレベル	V_{YB}	0.05	0.08	0.11	V

測定項目	記号	min	typ	max	単位
白100％時Yレベル	V_{YW}	0.64	0.71	0.82	V
DG	DG			8	％
DP	DP			4	deg
NTSCバースト・レベル	V_{BNT}	0.16	0.29	0.39	V_{P-P}
Rクロマ・レベル比	V_{CR}	2.53	3.16	3.79	
Rクロマ位相	θ_R	92	104	116	deg
Gクロマ・レベル比	V_{CG}	2.36	2.96	3.55	
Gクロマ位相	θ_G	229	241	253	deg
Bクロマ・レベル比	V_{CB}	1.79	2.24	2.69	
Bクロマ位相	θ_B	335	347	359	deg
PALバースト・レベル比	V_{BPAL}	0.80	1.00	1.20	
PALバースト位相	θ_{BPAL}	123	135	147	deg
		213	225	237	deg
キャリア・リーク	V_{LSC}			40	mV
BWモード時リーク	V_{LBW}			30	mV

す．この二つのICの差異を**表1**に示します．これら二つのICの大きな違いは
(1) サブキャリア・オシレータの有無
(2) バースト・フラグ制御が内部か外部か
(3) スーパ・インポーズ機能の有無
であり，今回は(3)の理由で選定しています．基本機能だけであれば一部の機能がタイミング・ジェネレータと重複するもののCXA1145Pで代用が可能です．

図5にV7040のブロックとピン配置を示します．**表2**に電気的特性を示します．

1〜3番，4〜6番ピンが2組のRGB入力ピンであり，任意にモードが選択できます(**図6**)．

RGB入力ピンから入力される信号は内部回路によりバースト・フラグ信号のタイミングによってペデスタル・クランプされるのでAC結合で入力されます．

25〜27番ピンはSWモード設定用で，これらのピンから入力された信号により四つのモードに切り替えられます．

このモード切り替えは一見複雑ですが，1〜3番ピンの入力が選択されるPCモード，4〜6番ピンの入力が選択されるTVモード，両者をMIXするMIXモード，4〜6番ピンの入力のレベルを6dB落として表示するハーフトーン・モードの四つです．

YSピン(25番ピン)を“L”にすることで，4〜6番ピンから入力されたRGB信号をコンポジット信号として出力します．このとき，YM端子(27番ピン)を“H”とすることでハーフトーン・モードとなり，レベルを6dB下げてスーパ・インポーズ時にバック画面を暗くして文字を見やすくすることができます．

YSピン(25番)を“H”にしたときは，YMIXピン(26番)を“L”にすることで1〜3番ピンから入力された信号が出力され，YMIXピンを“H”にすることで1〜3番ピンと4〜6番ピンから入力される信号が混合されます．その際，信号レベルはそれぞれ6dB下げられます．

7番ピンは4V以上にすることによりNTSCモード，3〜2VにすることによりPALモードにすることができますが，0.8V以下にするとB&W(白黒)モードになります．

8番ピンは入力されるバースト・フラグ信号にしたがい，コンポジット・ビデオ信号が作られます．RGB入力信号のクランプ(直流再生)もこのバースト・フラグのタイミングで行われます．

9番ピンはPAL ALT信号入力用ですが，今回はNTSCモードで使用するのでこのピンは使いません．

10番ピンには0.4〜0.8V_{P-P}の正弦波で入力します．入力するサブキャリアに高調波が多いとクロマ・モジュレータの位相特性が悪化する場合もあります．

13番ピンからはC信号が出力されます．不要な高調波成分をBPFで除去して16番端子に入力します．14番ピンからはY信号が出力されます．ディレイ・ラインを通しY/C信号間の遅延時間を合わせ，17番ピンに入力します．

19，20番ピンはC，V，OUT(コンポジット・ビデオ出力)で2V_{P-P}の出力が得られます．75Ωのシリーズ抵抗を挿入し，75Ωの負荷に対して1V_{P-P}の信号が出力されます．

21〜23番ピンはRGB出力ピンです．スーパ・インポーズなどのRGB信号が約1.4V_{P-P}で出力されます．このピンも75Ωのシリーズ抵抗を挿入し，75Ωの負荷に対して約0.7V_{P-P}で出力できます．

11番ピンにはコンポジット・シンク信号が入力されY信号に付加されます．信号レベルが“H”(≧2.0V)のときにY信号，“L”(≦0.8V)のときにシンクになります．

● エンコーダの動作

〈図7〉
エンコーダの動作

(a)構成図

(b)動作タイミング

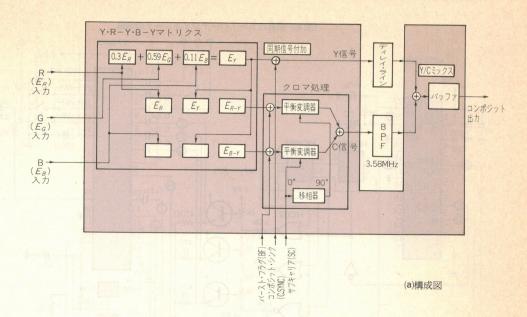



図7にエンコーダの模式図を示します．PC入力(1〜3番ピン)からのRGB信号はクランプ・コンデンサ(0.1 μF以上)を通して行われます．TV入力も同様の使用方法です．切り替えはすでに述べたモード選択により行います．AC結合後の直流再生はバースト・フラグのタイミングによって行われるので，RGB信号のブランキング期間部分を黒レベルにする必要があります．

入力された信号は，

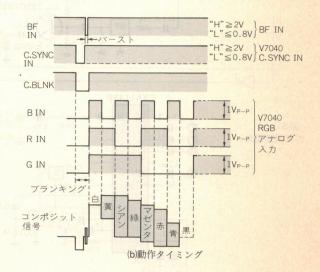
$E_Y = 0.3E_R + 0.59E_G + 0.11E_B$

$E_{R-Y} = E_R - E_Y$

$E_{B-Y} = E_B - E_Y$

という具合になり，Y，R−Y，B−Yマトリクス処理が行われます．R−Y，B−Y信号はサブキャリア信号と平衡変調されますが，R−Yについては入力されたサブキャリア信号を90°移相して使用します．このとき，バースト・フラグ・タイミングにより，バースト信号が付加され，これらによってC信号が合成されます．変調の際に生じた不要な高調波成分を外部のBPFで除去し，Y信号には変調およびBPFによってC信号に発生する遅延時間を補償するディレイ・ラインが挿入されます．IC内部ではYC MIX回路によりY信号，C信号はミックスされ，C.SYNC信号の同期信号が付加されてコンポジット信号になります．出力は75Ωの負荷をドライブするためのバッファを通して外部出力されます．

カラー・バー・ジェネレータの製作と調整

全回路図を図8に示します．使用部品で注意すべきものはとくにありませんが，V7040が2.54ミリ・ピッチではないのでユニバーサル基板での製作には注意が必要です．バンドパス・フィルタは3.58MHzのものであれば良く，ディレイ・ラインはバンドパス・フィルタとの兼ね合いで決めなければなりません．

たとえばTDK製のものを使用するのであれば，バンドパス・フィルタがSBP0551，ディレイ・ラインはSDL4251といったところでしょうか．もちろんディスクリートで製作してもかまいません．

▶調整について

調整は下記の手順で行います．

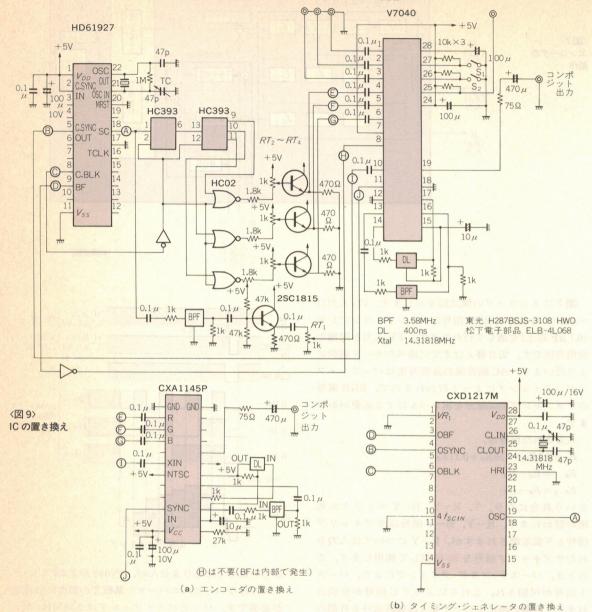
(1) HD61927の18番ピン出力の周波数が3.579545 MHz±100 Hzとなるようにトリマ(*TC*)を調整します．

(2) V7040の10番ピン入力をオシロスコープで波形観

〈図8〉簡易カラー・バー・ジェネレータの回路

〈図9〉ICの置き換え

(a) エンコーダの置き換え

(b) タイミング・ジェネレータの置き換え

測し，信号レベルが0.4～0.8 V_{P-P}となるようにRT_1を調整します．その際に波形ひずみが小さいことを確認しておきます．

(3) タイミング回路から出力されるRGB信号が，1 V_{P-P}となるようにRT_2～RT_4を調整します．

V7041の各種機能を利用すると，さまざまな機能をもったパターン・ジェネレータの製作も可能です．そのいくつかの例を示しましょう．

図9(a)はすでに紹介したCXA1145PをエンコーダICとして使用する場合です．

そしてタイミング・ジェネレータとして他品種を使用する場合の一例を図9(b)に示します．これらを参考に入手できる部品で，パターン・ジェネレータを製作されることをお勧めします．

今回の例では入力切り替え付きのエンコーダを採用したので余っている入力端子を利用してR，G，Bの各コンポーネント量で，フルスクリーンを任意の色で着色できるモードを追加したり，スーパ・インポーズ機能を利用したりといろいろ改良の余地があります．これを機会にやってみるのもよいでしょう．

(本稿はトランジスタ技術1991年9月号の記事を再編集したものです)

第5章 色調整や色効果が簡単に行える RGBカラー・コレクタの製作

●村上信幸

VHSビデオ・ムービや8mmビデオ・カメラといったビデオ・カメラが普及し，だれでもテレビに出演？できるようになりました．ビデオ・カメラやテレビには，それぞれ映像信号の変調器と復調器が入っています．これらの仕事を専門に行うICとして，映像信号(ビデオ信号)のエンコーダ(変調器)とデコーダ(復調器)があります．

本稿はビデオ回路用機能ICとしてこれら2種のICを紹介し，応用としてR，G，Bの各信号レベルを可変するタイプのカラー・コレクタを製作します．

製作したカラー・コレクタは，読者のみなさんでも簡単に製作できるように外付けの部品をできるだけ減らし，調整箇所も少なくしました．

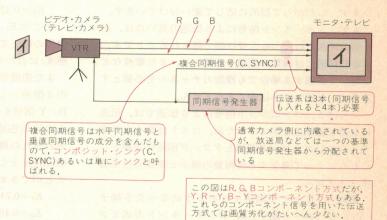
ビデオ信号の伝送

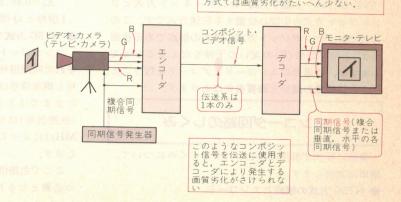
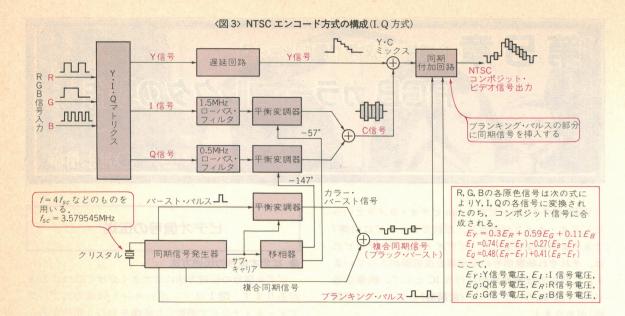
● ビデオ信号の伝送方法

ビデオ信号の伝送方法には大きく分けて二つの方法があります．図1はコンポーネント伝送方式で，ビデオ・カメラなどで撮影した映像を光の3原色であるR，G，B(赤色，緑色，青色)信号としてそのまま3系統の信号ラインを用いて伝送する方法です．

テレビ局のスタジオなどでは主にこの方法がとられます．また，パソコンのCRTへの接続もこのような方式となっています．

図2はコンポジット伝送方式です．コンポジットとは複合の意味で，R，G，Bの各信号および同期信

〈図1〉
ビデオ信号をコンポーネント伝送する方法

〈図2〉
ビデオ信号をコンポジット伝送する方法

〈図3〉 NTSC エンコード方式の構成(I. Q 方式)

号をあるルールに従って組み合わせて(エンコードして)伝送し，受像機側で元の信号にもどし(デコード)ます．この方法では伝送系が1本ですみ，機器間での信号のやりとりが楽になります．この方法は家庭用VTRなどで通常用いられています．

● **コンポーネント伝送とコンポジット伝送の特徴**

これらの二つの伝送方式にはそれぞれ一長一短があります．したがって目的に応じて使い分けています．

まずコンポーネント信号による伝送の良い点は，送り側の情報をほぼ100％受け側で得られることです．しかし伝送には複数の配線を必要とし，また電波などを用いて送信する場合でも複数のチャネルを必要とするので，伝送コストは安くありません．

いっぽう，コンポジット信号による伝送では，伝送に必要な配線は1本ですむため，コストは安くなります．しかしエンコーダ回路とデコーダ回路を必要とし，これらによって発生する情報量の減少と画質劣化は無視できません．

最近VTRなどで使用されるようになったS端子(Y/Cセパレート端子)は，コンポーネント方式とコンポジット方式の中間に位置する伝送方式です．この方式では，コンポジット方式の最大の弱点である色信号(C)と輝度信号(Y)の互いの干渉をなくすことはできますが，色信号のエンコードとデコードを行うことによる情報量の減少と画質劣化はあります．

エンコーダ回路のしくみ

最初にビデオ信号のエンコードのしくみについて，簡単に説明します．

● **NTSC 方式の構成とエンコード**

日本国内および米国などで使用されているコンポジット・ビデオ信号のエンコード方式をNTSC(エヌ・ティー・エス・シー)方式といいます．世界ではほかにPAL(パル)，SECAM(セカム)といったエンコード方式があります．

図3はNTSCエンコード方式を図で表したものです．NTSCでは，まず輝度信号(Y)をR，G，Bの各信号につぎの割合で合成して得ています．

$$E_Y = 0.3E_R + 0.59E_G + 0.11E_B \quad \cdots\cdots(1)$$

ここでE_Y，E_R，E_G，E_BはそれぞれY，R，G，B信号の電圧です．この割合は，人の目の色感度(比視感度)に合わせて決められたものです．

また色信号(C)は，輝度成分を含まない色成分だけの2信号として赤色成分のR−Y信号と青色成分のB−Y信号を得ています．さらにこの二つの信号から人の目の色感度に合わせてI信号とQ信号を作り，それぞれの周波数帯域をI信号が1.5 MHz，Q信号が0.5 MHzとしています．これらの関係は次式で表すことができます．

$$E_I = 0.74(E_R - E_Y) - 0.27(E_B - E_Y) \quad \cdots\cdots(2)$$

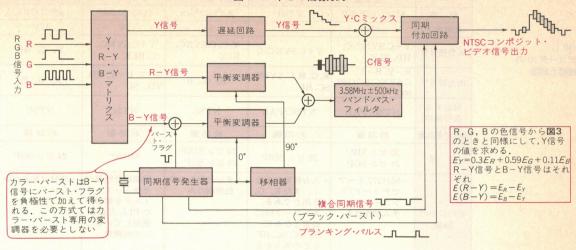
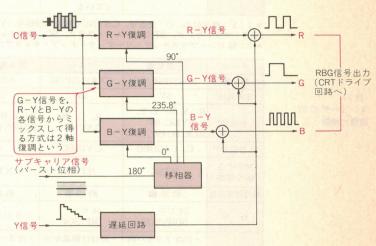
$$E_Q = 0.48(E_R - E_Y) + 0.41(E_B - E_Y) \quad \cdots\cdots(3)$$

I信号とQ信号は色差信号と呼ばれています．

● **NTSC 方式での色信号の多重化**

コンポジット・ビデオ信号は，輝度信号と色信号，それに同期信号が合成されたものです．しかし同期信号と輝度信号はそのまま合成できますが，色信号はそのままではミックスすることはできません．色信号(色差信号)はサブキャリア(副搬送波，f_{sc}＝3.579545 MHz)によって平衡変調してから輝度信号にミックスします．

ここで色差信号は2種類あるのでサブキャリアは二つ必要となるわけですが，NTSC方式では同じ周波

〈図4〉 R-Y，B-Y 簡易方式

〈図5〉
テレビで使用される色記号の3軸復調方式の構成

数で位相が90°異なるサブキャリアを用いて搬送波抑圧直角2相変調と呼ばれる方法(直角2相平衡変調と呼ばれる場合もある)で変調し，輝度信号に合成します．

ここで実際に変調される色信号ですが，産業用機器などでは図3のようにI・Q信号で行いますが，家庭用のテレビやVTRなどの民生レベルの機器では回路の簡略化や低コスト化のために，R−Y信号とB−Y信号をそのまま使用して図4のようにエンコードします．

このエンコード(変調)によりサブキャリアの位相角が色合いの情報となります．

デコーダ回路のしくみ

デコーダは，先ほどのエンコーダの処理の反対の動作をするものです．

● NTSC方式のデコーダ回路の構成

デコーダにも色信号をI・Q信号で復調(デコード)するものと，R−Y・B−Y信号で復調するものがあります．前者は産業機器などに使用されますが，民生機器では回路の簡略化のため，R−YとB−Yに復調します．また，テレビではG−Yも同時に復調します．このような復調方式を3軸復調方式といいます．図5にテレビなどでいちばん多く使用されている3軸復調方式の構成例を示します．

また，G−Y信号については次式によりR−YとB−Yから算出することもできます．

$$E_G-E_Y=-0.51(E_R-E_Y)-0.19(E_B-E_Y) \quad \cdots\cdots(4)$$

この方式を2軸復調方式といいます．

● コンポジット信号からのサブキャリアの再生

色合いの情報は，サブキャリア(副搬送波)の基準信号(カラー・バースト基準)と色信号(C)の位相関係により決まります．そこで，色信号を正確に復調(デコード)するには，エンコードで使用したサブキャリア

〈表 1〉
デコーダ IC の種類と特徴

メーカ	三菱電機	ソニー	松下電子工業	日立製作所	日本電気
型　番	M51271SP/FP	V7021	AN5313N/S	HA11532MP	μPC1472G
電源電圧	5V	5V	5V	5V	12V
入力信号*1	Y+C.SYNC, C, HD, BLK	Y+C.SYNC, C	Y, C, C.SYNC, BLK	Y+C.SYNC, C, BLK	Y, C, BF
出力信号*1	R−Y, B−Y, C.SYNC, SC(180°, 90°)	R, G, B, C.SYNC, SC, BF	R, G, B	R−Y, B−Y, HD, VD, SC	R, G, B
対応する信号規格	NTSC/PAL	NTSC/PAL	NTSC	NTSC	NTSC
外付け部品数	約 33 個	約 33 個	約 55 個	約 38 個	約 28 個
外　形	30 ピン SIP/28 ピン SOP	28 ピン SDIP	24 ピン SDIP/24 ピン SOP	MP28*2	24 ピン SOP
そのほかの特徴	・M51272 とペアでデコード/エンコード・システムが作れる	・入力信号が少なく，また R, G, B 出力である． ・エンコード時に必要となる C.SYNC, SC, BF などの出力をもっている	・テレビ用なので色復調のみ	・同期信号処理がセラミック・フィルタを使用した PLL 方式を使用しているため無調整	・外付け部品が少ない

＊1；Y：輝度信号，C：色信号，C.SYNC：複合同期信号，VD：垂直ドライブ信号，HD：水平ドライブ信号，BLK：ブランキング，BF：バースト・フラグ，SC：サブキャリア
＊2；28 ピン・プラスチック・リーデッド・チップ・キャリア(各社データ・ブックおよびデータ・シートによる)

〈表 2〉
エンコーダ IC の種類と特徴

メーカ	三菱電機	ソニー	松下電子工業	日立製作所	東芝
型　番	M51272SP/FP	CXA1145P/M	AN6040	HA11883MP	TA7798P
電源電圧	5V	5V	5V	5V	12V
入力信号*1	R−Y, B−Y, Y, C.SYNC, BF, BLK, SC(90°, 180°)	R, G, B C.SYNC	R−Y, B−Y, CP, SC(90°, 180°)	R−Y, B−Y, CP, Y+C.SYNC, SC(90°, 180°)	R, G, B, BF, C.SYNC, CP, SC
出力信号*1	C, C.VIDEO	C.VIDEO	C	C.VIDEO	C.VIDEO
対応する信号規格	NTSC	NTSC	NTSC	NTSC	NTSC/PAL
外付け部品数	約 30 個	約 20 個	約 14 個	約 22 個	約 50 個
外　形	24 ピン SDIP/SOP	24 ピン DIP/SOP	9 ピン SIP	MP18*2	30 ピン DIP
そのほかの特徴	・75Ω ドライバ内蔵	・外付け部品が少ない ・入力信号が少ない ・調整箇所がない	・カラー信号のみのエンコーダで，Y 信号は別処理となる	・フェーダ・コントロールやクロマ・レベル・コントロールが可能	・スーパインポーズ機能があり，ハーフ・トーンもできる

＊1；CP：クランプ・パルス，C.VIDEO：コンポジット・ビデオ信号(そのほかの略号については表 1 を参照)
＊2；18 ピン・プラスチック・リーデッド・チップ・キャリア(各社データ・ブックおよびデータシートによる)

と同位相の連続したサブキャリア信号が必要です．この信号はコンポジット・ビデオ信号の水平同期信号のすぐうしろにある 9 サイクルほどのカラー・バースト信号を基準にして作ります．

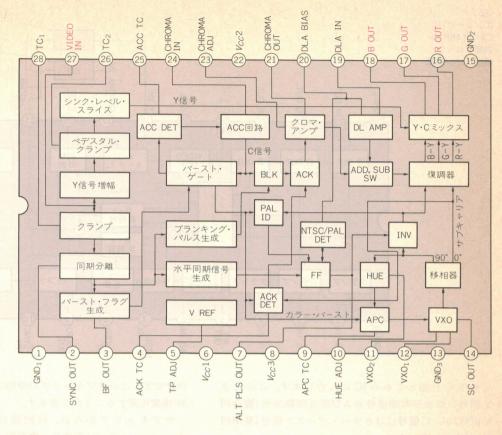
このサブキャリアにはきわめて安定したものが要求されるので，水晶発振器を用いたバースト・ロックド・オシレータ方式が使用されます．

現在多く使用されている回路として APC(Automatic Phase Control)方式があります．APC の安定度が悪いとカラー・ノイズが発生したり，色合いに変化を生じたりします．

● ACC 回路とは

デコーダ IC の内部には，ACC(Automatic Color Control)回路というものが入っています．これは自動的に色の濃さを調整する働きをします．この回路は，コンポジット・ビデオ信号で伝送したときに，周波数特性の変化などによって発生するサブキャリア・レベルの変化により色の濃さが変化するのを抑えます．特にテレビ放送では，ゴーストなどの伝送ひずみにより発生するサブキャリア・レベルの変化が大きいので，かならず必要となります．

ACC 回路の動作はカラー・バースト・レベル(振幅)を基準にして行われます．つまり，バースト・レベルが常に基準レベルになるようにアンプのゲインを自動調整します．自動調整できる範囲は−20 dB～+6 dB ぐらいが一般的です．

〈図6〉[1]
デコーダIC V7021の内部ブロック構成とピン配置

〈写真1〉
デコーダIC V7021とエンコーダIC CXA1145P

(a) V7021

(b) CXA1145P

カラー・コレクタの設計と製作

つぎにデコーダICとエンコーダICを具体的に紹介し，そのあとカラー・コレクタの製作を行います．製作する回路は，デコーダICとエンコーダICをひとつずつ使用しただけのシンプルなものですが，ビデオ信号の色の濃さや色合いの調整を行うことができます．

このカラー・コレクタは，ビデオ編集などに十分利用できます．ホワイト・バランスをまちがえて撮影したソースなども十分に修正が可能です．また，セピア・トーンなどの特殊効果を得るためのエフェクタとしても使用できます．性能も，ホーム・ビデオで使用するには十分です．

● 使用するICの選択

表1にデコーダIC，表2にエンコーダICの例を示します．これらのICは，それぞれ前節までで説明したエンコーダ回路やデコーダ回路がひとつのICに入っていて利用しやすいものです．

これらの中からカラー・コレクタの製作にはつぎの条件を満たすものとして，ソニーのV7021とCXA1145Pを使うことにしました．

① 外付け部品が少ない
② R，G，B原色信号で信号処理が行える
③ 製作した回路の調整箇所が少ない．また調整がオシロスコープのみでできる

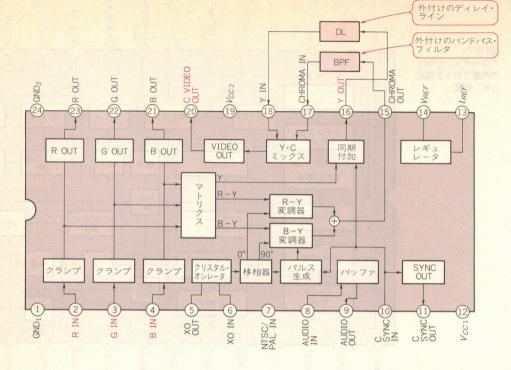
デコーダIC V7021とエンコーダIC CXA1145Pの外観を写真1(a)と(b)に示します．

つぎにこれらのICを例にとり，デコーダICとエンコーダICの動作について説明します．

● デコーダIC V7021の特徴

図6にカラー・コレクタの製作に使用したデコーダIC V7021の内部ブロック構成とピン配置を示します．このICの働きと信号の流れを簡単に説明します．

まず入力する信号ですが，コンポジット・ビデオ信

〈図7〉[1]
エンコーダIC
CXA1145Pの
内部ブロック
構成とピン配置

号をY/C分離してからICに入力します．このときY信号には水平同期信号および垂直同期信号(複合同期信号)が，C信号にはカラー・バースト信号(基準信号)が含まれています．

Y信号はV7021の27番ピンから入力され，同期分離回路と同期部分を切り取る回路(シンク・レベル・スライス)へと送られます．2番ピンからは複合同期信号(C.SYNC)が出力されます．さらにこの信号からカラー・バースト位置の目印となるバースト・フラグ信号(BF)が作られ，3番ピンから出力されます．

いっぽう，同期信号部分を切り取られたY信号は，R，G，B信号に戻すためのマトリクス回路(Y・Cミックス)へと送られますが，このときY信号はペデスタル・クランプ回路によってDC再生を行ってあります．これは色差信号と合成するときにDCレベルを合わせておく必要があるためです．ペデスタル・クランプとは，通常バック・ポーチの部分のレベルを任意の電圧にパルス信号によりクランプ(ゲート・クランプ)することです．

C信号は24番ピンから入力され，まずACC回路に入ります．この回路によりカラー・レベルを一定に保ちます．つぎにカラー・バースト信号を抜き取る回路と水平ブランキング部分の色信号をミュートする回路へと送られます．

抜き取られたカラー・バースト信号はAPC回路へ送られ，VXOの発振位相をロックします．これにより色信号復調用のサブキャリア信号を作り出しているわけです．このサブキャリアの位相はHUE回路で±30°程度可変することができます．

サブキャリアからは，移相器により$\cos\omega_{sc}t$と$\sin\omega_{sc}t$ ($\omega_{sc}=2\pi f_{sc}$)を作り，復調器へ送ります．

水平ブランキング部分をミュートされた色信号(C)は，色の濃さを任意に可変する機能をもつクロマ・アンプを通り，復調器へと送られます．

この復調器は2軸復調方式で，まずR−YとB−Yを復調し，これらの信号からG−Yを作り出します．これにY信号を加えてR，G，Bの各信号ができあがります．

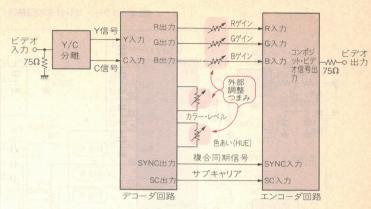
図6の内部ブロック回路の中には，ほかにも説明しなかったブロックがありますが，これらはNTSC方式ではなくPAL方式のとき使用する回路なので今回は説明を省略します．

● エンコーダIC CXA1145Pの特徴

図7にエンコーダIC CXA1145Pの内部ブロック構成とピン配置を示します．このICの働きと信号の流れを簡単に説明します．

CXA1145Pの2番，3番，4番の各ピンからそれぞれR，G，Bの各信号を入力します．この信号はマトリクス回路で演算され，Y，R−Y，B−Yの信号になります．Y信号は10番ピン(C SYNC IN)から入力される複合同期信号が加算され，とりあえず16番ピン(Y OUT)から出力されます．

R−Y信号とB−Y信号はそれぞれの変調器に入力されます．いっぽう，クリスタル・オシレータで発生

〈図8〉
カラー・コレクタのシステム・ブロック図

したサブキャリアからは sin$\omega_{sc}t$，cos$\omega_{sc}t$ の90°位相の異なるサブキャリア信号が移相器により作られ，変調器に加えられます．なお，製作する回路では，水晶発振ではなく，デコーダで再生したサブキャリア信号をそのまま6番ピンに入力して使用しています．

ふたつの色信号はミックスしてとりあえず15番ピン(CHROMA OUT)から出力されます．

さて，16番ピンの信号と15番ピンの信号をミックスすればNTSCコンポジット・ビデオ信号ができるわけですが，実際にはそうはいきません．それは変調した色信号には高調波成分が含まれているため，バンドパス・フィルタを入れてこれを取り除く必要があるからです．また，Y信号とC信号をミックスするときに，Y信号とC信号の時間を合わせておく必要があります．色信号は変調器とバンドパス・フィルタの群遅延により遅れていますから，Y信号のほうもこれに合わせてディレイ・ラインを使用して遅らせます．

これらの信号は，17番と18番ピンから入力され，Y・Cミックスされて，20番ピン(C VIDEO OUT)からコンポジット・ビデオ信号として出力されます．

● カラー・コレクタの設計と製作

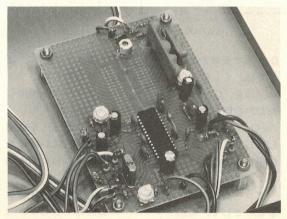



図8に製作したカラー・コレクタのシステム・ブロック図を示します．今回の装置では次のようなコントロールができます．

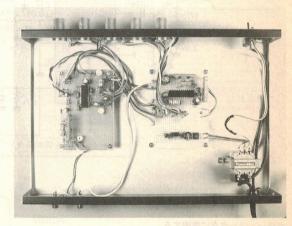
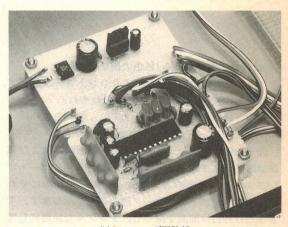
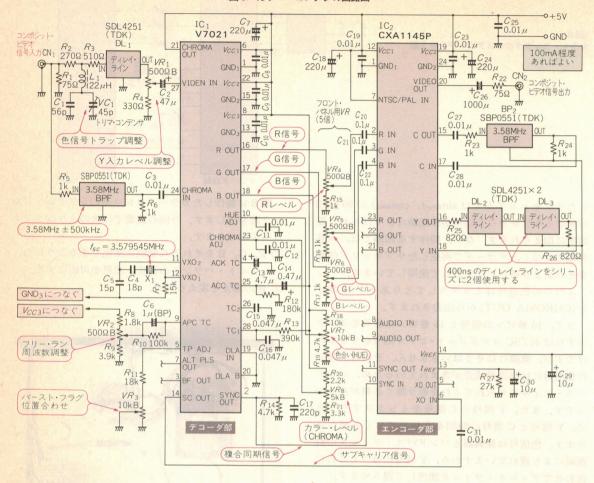
① R，G，Bをそれぞれ個別に変化できるようにし，ホワイト・バランスの補正，変更を可能にする．

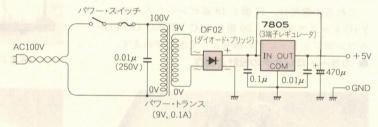
② 色の濃さを変えられる．

〈写真2〉 製作したカラー・コレクタのケース内部

(a) デコーダ回路部

(b) エンコーダ回路部

〈写真3〉 カラー・コレクタの製作基板

〈図9〉 カラー・コレクタの回路図

〈図10〉
カラー・コレクタに使用する
電源回路の例

③ 色合いを変えられる(肌色の補正など).

これらを5個の可変抵抗によりコントロールします．これらの可変範囲は，R，G，Bそれぞれ約20 IRE，色の濃さはほぼモノトーンから約1.5倍，色合いはカラー・ベクトルで±30°までです．

図9と図10にカラー・コレクタの回路図および電源回路を示します．また**写真2**に製作したカラー・コレクタのケース内のようすを，**写真3**(a)と(b)にそれぞれデコーダ部とエンコーダ部の基板を示します．できるだけ外付け部品を減らし，シンプルな回路にしています．**表3**に使用した部品のリストをまとめます．

ビデオ入力(コンポジット・ビデオ信号入力)は，75 Ω終端で受けたあと，Y/C分離回路に入ります．ここでは，くし形フィルタではなく，Y信号にはトラップ回路を，C信号にはバンドパス・フィルタを使用しただけの簡単なY/C分離を行っています．

バンドパス・フィルタにはTDKのSBP0551を使用しました．またディレイ・ラインも同社のSLD4251を使用しました．これらのディレイ・タイムは約400 nsです．

デコーダ回路，エンコーダ回路ともに製作上注意することとして，電源グラウンドの線材はできるだけ太いものを使用し，ICの電源パスコンはICのピンにできるだけ近く配置します．また，デコーダICの

〈表3〉カラー・コレクタの製作に使用する部品(電源回路は除く)

部品番号	型名・定数	形状・耐圧など	メーカ・材質など
IC_1	V7021	SDIP28*1	ソニー
IC_2	CXA1145P	DIP24	ソニー
R_1，R_{22}	75Ω	1/8～1/4W	カーボン*2
R_2	270Ω	↓	↓
R_3	510Ω		
R_4	330Ω		
R_5，R_6，R_{15}～R_{17}，R_{23}，R_{24}	1kΩ		
R_7	15kΩ		
R_8	1.8kΩ		
R_9	3.9kΩ		
R_{10}	100kΩ		
R_{11}	18kΩ		
R_{12}	180kΩ		
R_{13}	390kΩ		
R_{14}，R_{19}	4.7kΩ		
R_{18}	10kΩ		
R_{20}	2.2kΩ		
R_{21}	3.3kΩ		
R_{25}，R_{26}	820kΩ		
R_{27}	27kΩ		
C_1	56pF	―	セラミック
C_4	18pF		↓
C_5	15pF		
C_{17}	220pF		
C_3，C_8～C_{12}，C_{19}，C_{25}，C_{27}，C_{28}，C_{31}	0.01μF	―	セラミック
C_{15}，C_{16}	0.047μF	―	マイラ
C_{20}～C_{22}	0.1μF		
C_2	47μF	10V 以上	アルミ電解
C_6*3	1μF(BP)*3	↓	↓
C_7，C_{18}，C_{24}	220μF		
C_{13}	4.7μF		
C_{14}	0.47μF		
C_{26}	1000μF		
C_{29}，C_{30}	10μF		
VR_1，VR_2	500Ω	半固定抵抗器	(B カーブ)
VR_3	10kΩ		
VR_4～VR_6	500Ω	可変抵抗器	
VR_7	10kΩ	↓	
VR_8	5kΩ		
VC_1	45pF	トリマ・コンデンサ	
L_1	22μH	(3.58MHz ±500kHz)*4	TDK
BPF_1	SBP0551		
DL_1～DL_3	SDL4251	(400ns ディレイ，カットオフ 5MHz 以上)*4	TDK
X_1	3.579545MHz		
CN_1，CN_2		ピン・ジャック用	

＊1：シュリンク・タイプ，＊2：炭素皮膜抵抗，＊3：バイポーラ(両極性)コンデンサ，＊4：同じような特性のもので代替可

VXOの部分の配線も短くします．

R，G，Bレベル用の可変抵抗には直接信号がかかりますので，ケースに入れたときの配線の引き回しはできるだけ短くします．

電源にはDC 5 Vの安定化電源を使用します．消費電流は約60 mAですから，3端子レギュレータICなどで十分です．安定化していない電源を使用すると，映像にフリッカが出たりICを破損することもあるので注意が必要です．

● **バンドパス・フィルタとディレイ・ラインについて**

ビデオ信号を処理するにはなにかとフィルタやディレイ・ラインが必要となりますが，これらの部品は入手しづらいのも事実です．今回はTDKのものを使用しましたが他社の同等品でもかまいません．選択のポイントは，バンドパス・フィルタとディレイ・ラインのディレイ・タイムを同じものにすることです．

マッチング抵抗は使用するフィルタやディレイ・ラインに合わせた定数にする必要があります．ディレイ・ラインのf_C(カットオフ周波数)は，5 MHz程度のものにします．f_Cは高くても問題ありませんが，形状が大きくなります．

フィルタ設計に自信のある人は，マイクロ・インダクタとセラミック・コンデンサを使用して自作することもできます．Y信号とC信号のディレイ・タイムの差は，コンポジット・ビデオ信号では±100 ns程度までは実用上問題ないようです．

● **カラー・コレクタの調整方法**

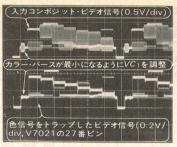
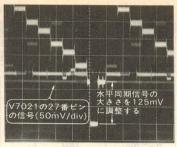
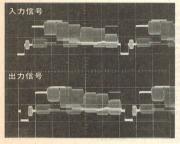
製作がすべて終了したらいよいよ調整です．この装備では，フロント・パネルのコントロール*VR*以外には四つの調整箇所があります．

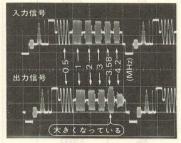
オシロスコープとカラー・バー発生器があればよいのですが，オシロスコープはあってもカラー・バー発生器はないという人がほとんどだと思います．この場合，ビデオ・ムービなどで撮影した映像やVTRの再生画像を利用するとよいでしょう．

まず，デコーダIC V7021の23番ピン(CHROMA ADJ)をグラウンドへショートします．次にすべての*VR*をセンタの位置に合わせます．ビデオ入力にカラー・バー信号を入力し，電源を入れます．カラー・バー信号がない場合には，ビデオ・カメラでなにか撮影してください．

V7021の27番ピンにオシロスコープを接続してHレート(水平周波数同期)で信号を観測します．色信号のレベル(バースト信号でもよい)が最小となるようにトリマ・コンデンサVC_1を回します[**写真4**(a)]．

つぎに水平同期信号のレベルが125 mVとなるようにYレベル調整用のVR_1を調整します．このレベルはV7021の入力規格より約20 %大きめです[**写真4**

〈写真4〉
V7021入力回路の調整
(10μs/div)

(a)色信号のトラップ(VC_1)

(b)信号(Y+C.SYNC)レベル(VR_1)

(a)カラー・バー信号の入出力特性
(0.5V/div, 10μs/div)

(b)出力信号のカラー・ベクトル

(c)マルチ・バースト信号の入出力特性
(0.5V/div, 10μs/div)

〈写真5〉製作したカラー・コレクタの評価

(b)]. これはR, G, Bの可変範囲を±で可変できるようにするため, デコーダICの出力を少し大きめにしておく必要があるからです.

つぎにオシロスコープをV7021の3番ピンに接続し, 1V/div, 10μs/divに設定してから同期をとります. そして24番ピンにもオシロスコープを接続し, 0.1V/divレンジで2現象で見ます. 3番ピンのBF(バースト・フラグ)信号がカラー・バースト信号をつつみ込むように, バースト位置合わせ用のVR_3を調整します.

周波数カウンタがある場合は, 14番ピンに接続して周波数が3579545Hz ±100HzになるようにVR_2でフリー・ラン周波数の調整を行います. 周波数カウンタがない場合は, 23番ピンのショートをもとにもどし, ビデオ出力をモニタ・テレビに接続し, 色が安定して付くようにフリー・ラン周波数調整を行います. もし, 調整ができない場合はクリスタルX_1に接続されているコンデンサの容量を加減してみてください.

● 製作したカラー・コレクタの性能評価

写真5(a)はカラー・バー信号の入出力を比較したものです. 出力信号のほうがカラー信号のエッジが少々なまっています. このなまりかたがひどくなると画面上で, 色切れが悪く見えます.

写真5(b)は出力信号をベクトル・スコープで見たものです. 入力信号はカラー・バーです. 原色再生はほぼ問題ないようですが, 色の変わり目で原点を通っていません. 色のリニアリティが少々悪いのですが, この程度では画面を見てもまず気が付きません.

写真5(c)はマルチ・バースト信号で周波数特性を見たものです. テレビ放送で4.2MHz, VHSビデオで3MHz, S-VHSで5MHzぐらいの周波数帯域なので, この装置はほぼ実用レベルです.

サブキャリア周波数付近でややもり上がっているのは, Y/C分離とミックスを行っているため, これらにより発生した位相差が原因です.

DG(微分利得)と*DP*(微分位相)を測定したところそれぞれ約2%と2°でした. *DG*, *DP*は通常約5%, 5°以内にあれば特に画面上では目立ちません. これらが悪くなると, 映像の明暗部で色の濃さと色合いが変化してしまいます.

◆引用文献◆

(1) ソニー(株), Semiconductor IC データ・ブック, テレビ編, 1990年3月.

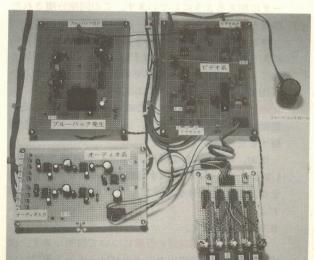
(本稿はトランジスタ技術1991年1月号の記事を再編集したものです)

家庭用VTRの普及率が約70％を超えようとしている現在，2台目のVTRを購入したり，ビデオ・カメラを持っているといったように，複数のビデオ装置を所有し楽しんでいる人が増えてきています．

しかし，複数のビデオ装置を持っていても接続するTVあるいはモニタは1台しかないのが普通だと思います．そしてこれら複数の装置を，使うたびに接続を替えることは非常に面倒なことです．

そこで，複数のビデオ装置を切り替えるビデオ・セレクタを製作しました．でも，ただの切り替えだけでは面白くありませんので，映像信号がなくなったときに画面にノイズ画面を出さないようにするブルー・バック機能や，ダビングなどを行う場合に便利なように，簡単なフェード機能をもたせてみました．またオプションとしてキャラクタ・ジェネレータ用の入力端子と同期信号出力を設けました．**写真1**に製作した多機能ビデオ・セレクタの基板を示します．

ビデオ・セレクタのしくみ

● ビデオ信号の切り替え

〈写真1〉製作したビデオ・セレクタの基板

ビデオ信号を切り替えるためにはさまざまな方法が考えられますが，今回はビデオ・スイッチと呼ばれているアナログ・スイッチICを使用しました．このビデオ・スイッチは**図1**に示すように2組のエミッタ・フォロワとレベル・シフト回路から構成され，定電流源を切り替えてどちらか一方にバイアス電流を流すことにより，二つの信号の選択を行います．

今回は新日本無線からでているNJM2234，NJM2248，NJM2249，そしてNJM2265という4種類のビデオ・スイッチを使用しました．**図2**にNJM2234の内部ブロック図，制御入力と出力信号の関係および電気的特性を示します．また，これ以外のビデオ・スイッチの内部ブロック図を**図3**(a)，(b)，(c)に示します．

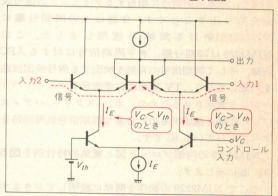
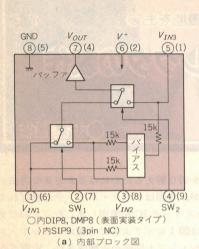
このほかにも**表1**に示すように，使い勝手によりいろいろなビデオ・スイッチがありますので紹介しておきます．

また，ビデオ・セレクタとしてビデオ信号と同時にオーディオ信号も切り替える必要があります．このオーディオ信号の切り替えにも，ビデオ・スイッチを同じように使用することができます．

〈図1〉ビデオ・スイッチの基本回路

〈図2〉[1] NJM2234の構成

○内DIP8, DMP8（表面実装タイプ）
（ ）内SIP9（3pin NC）

(a) 内部ブロック図

SW_1	SW_2	出力信号
L	L	V_{IN1}
H	L	V_{IN2}
L/H	H	V_{IN3}

(b) 制御入力と出力信号の関係

項目	記号	測定条件	min	typ	max	単位
推奨電源電圧	V^+		4.75	―	13.0	V
電源電流	I_{CC}		―	10.5	14.0	mA
周波数特性(1)	G_{f2}	$V_i=2.5V_{P-P}$, $V_o(20Hz)/V_o(100kHz)$	―	―	±1.0	dB
周波数特性(2)	G_{f2}	$V_i=2.0V_{P-P}$, $V_o(10MHz)/V_o(100kHz)$	―	―	±1.0	dB
電圧利得	G_1	$V_i=2.5V_{P-P}$, 100kHz V_o/V_i	−0.5	0	―	dB
全高調波歪率	THD	$V_i=2.5V_{P-P}$, 1kHz	―	0.03	―	%
微分利得	DG	$V_i=2V_{P-P}$, 標準階段波信号	―	0	―	%
微分位相	DP	$V_i=2V_{P-P}$, 標準階段波信号	―	0	―	deg
出力オフセット電圧	V_{off}		―	0	±15	mV
クロストーク(1)	CT_1	$V_i=2.0V_{P-P}$, 4.43MHz V_o/V_i	―	−70	―	dB
クロストーク(2)	CT_2	$V_i=2.0V_{P-P}$, 4.43MHz V_o/V_i	―	−70	―	dB
スイッチ切り替え電圧	V_{CH}	IC内各スイッチのONレベル保証値	2.4	―	―	V
	V_{CL}	IC内各スイッチのONレベル保証値	―	―	0.8	V
入力インピーダンス	R_i		―	15	―	kΩ
出力インピーダンス	R_o		―	10	―	Ω

(c)電気的特性（$V^+=5V$, $T_a=25℃$）

これらのビデオ・スイッチの切り替えにはコントロール信号として直流電圧を用います．ここでは二つ以上同時に入力信号がセレクトされてはいけません．このため，ロック・レリーズ式の押しボタン・スイッチなどを使う必要があります．

つぎに，今回製作するビデオ・セレクタのブロック構成図を図4に示します．それでは，ビデオ・セレクタを構成している各ブロックについて説明します．

● 同期分離

同期分離とはコンポジット・ビデオ信号から水平同期信号，垂直同期信号に相当するタイミングの信号成分を取り出すことです．今回はこの同期分離にNJM2229(新日本無線)を使用しました．このNJM2229は同期分離，水平同期信号に対するAFC回路，そして同期信号の有無を検出する信号検出回路を内蔵しており，TV画面に文字信号やブルー・バック信号を表示させるための，オン・スクリーン・ディスプレイ回路を構成するのに必要な同期信号処理回路をすべてもっているICです．

NJM2229の内部ブロック図と電気的特性例を図5(a)，(b)に示します．

ここでNJM2229の動作を簡単に説明しておきます．コンデンサで直流をカットされて6番ピンに入力されたコンポジット・ビデオ信号は，クランプされて直流成分が再生されます．6番ピンで行われるクランプはシンク・チップ・クランプと呼ばれるもので，同期信号の先端が一定の直流電圧に固定されます．シンク・チップ・クランプの動作原理を図6に示します．

このシンク・チップの電圧とある基準電圧を比較するコンパレータに加えれば，同期分離を行うことができます(図7)．

7番ピンに接続されているコンデンサはIC内部の抵抗によって，CRのローパス・フィルタを構成するようになっていて，クランプされたコンポジット・ビデオ信号からクロマ(色)成分を取り除いて，コンパレータに加えるようにしています．この同期分離された信号をコンポジット同期信号といいます．

コンポジット同期信号は5番ピンからAFC回路に加えられます．AFC回路はPLL回路によって構成されているため，安定した水平同期信号を16番ピンから出力します．また，NJM2229のVCOはセラミック発振子を用いています．このため温度，電源電圧の変動に対して安定に動作し，フリー・ラン周波数を調整する必要がありません．

なお，NJM2229は等価パルス，垂直同期信号の1/2 f_Hのタイミングを消す回路は含んでいません．完全な水平同期信号を取り出したい場合は，図8に示すようなモノステーブル・マルチ・バイブレータを用いる方法があります．

つぎに垂直同期信号の分離について説明します．垂直同期分離は，電流出力のコンパレータと9番ピンに接続されるコンデンサによって構成されています．そ

〈図3〉ビデオ・スイッチの内部ブロック図
(DMPは表面実装タイプ)

(a) NJM2248[2]

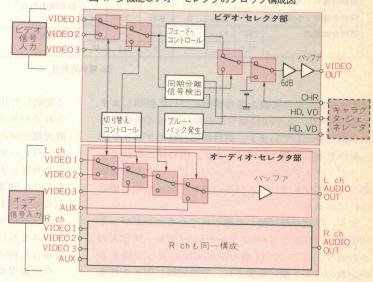
(b) NJM2249[3]

(c) NJM2265[4]

〈表1〉各種ビデオ・スイッチの機能と特徴

型名	機能	特徴	動作電源電圧範囲	外形
NJM2233A/B	2入力1出力 バイアス・タイプ	広帯域 10MHz クロストーク −70dB 広動作電圧範囲	4.75〜13V	DIP8 DMP8* EMP8* SIP8/9
NJM2234	3入力1出力 バイアス・タイプ			
NJM2235	3入力1出力 クランプ・タイプ			
NJM2243	3入力1出力 バイアス・タイプ 75Ω ドライバ	広帯域 10MHz クロストーク −65dB 広動作電圧範囲	9〜13V	DIP8 DMP8* SIP8/9
NJM2244	クランプ・タイプ		4.75〜13V	
NJM2245	3入力1出力 バイアス・タイプ 6dB アンプ		9〜13V	
NJM2246	クランプ・アンプ		4.75〜13V	
NJM2248	3入力1出力 クランプ・タイプ	ビデオ2入力 文字1入力 スーパインポーズ		
NJM2249		ビデオ1入力 文字2入力 スーパインポーズ		
NJM2263	3入力1出力 クランプ・タイプ 75Ω ドライバ	ビデオ2入力 文字1入力 スーパインポーズ		
NJM2264		ビデオ1入力 文字2入力 スーパインポーズ		
NJM2265	3入力1出力 クランプ・タイプ 6dB アンプ	ビデオ2入力 文字1入力 スーパインポーズ		
NJM2266		ビデオ1入力 文字2入力 スーパインポーズ		

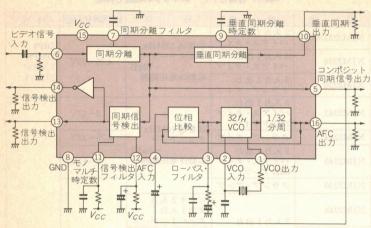
＊ DMP, EMPは表面実装タイプ(SOP)

〈図4〉多機能ビデオ・セレクタのブロック構成図

の動作原理を図9に示します．9番ピンにはコンポジット同期信号のタイミングで電流のシンク(吸い込み)と，ソース(出力)が行われます．このシンク/ソースする電流値を適当に選ぶことによって，垂直同期信号成分のタイミングのときだけ9番ピンの電位を上昇させ，垂直同期信号として分離して10番ピンに出力します．

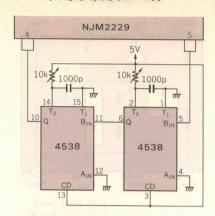
この水平，垂直それぞれの同期信号(HDおよびVD)はキャラクタ・ジェネレータなどを使用するときのトリガ信号として使用できます．

● ビデオ信号入力の検出

それではビデオ信号の有無によりブルー・バックを

〈図5〉[5] 同期信号処理IC NJM2229の構成

(a) 内部ブロック図

〈図8〉モノステーブル・マルチ・バイブレータによる $1/2f_H$ キラーの例

(T_a=25℃, V_{CC}=5 V)

項目		記号	規格値 min	typ	max	単位
消費電流		I_q	—	20	26	mA
AFCフリー・ラン周波数		f_{OH}	15.534	15.734	15.934	Hz
AFCパルス幅		t_{HD}	3.7	3.9	4.1	μs
AFCディレイ		t_{HA}	0.7	1.7	2.7	μs
AFCロック・レンジ		Δf_{HL}	+600 −900	+700 −1000	—	Hz
AFCキャプチャ・レンジ		Δf_{HP}	+400 −700	+600 −900	—	Hz
AFC出力"H"		V_{HAH}	4.0	4.2	—	V
AFC出力"L"		V_{HAL}	—	0	0.1	V
同期分離レベル		V_{HDS}	0.11	0.14	0.17	V
同期分離ディレイ		T_{HDC}	0	0.57	1.5	μs
同期分離出力	"H"	V_{HDH}	4.0	4.2	—	V
	"L"	V_{HDL}	—	0	0.1	V

項目		記号	規格値 min	typ	max	単位
V.SYNC スレッショルド	"H"	V_{DSH}	2.4	2.5	2.6	V
	"L"	V_{DSL}	1.4	1.5	1.6	V
V.SYNC出力電圧	"H"	V_{DH}	4.0	4.2	—	V
	"L"	V_{DL}	—	0	0.1	V
V.SYNCパルス幅		T_{VD}	212	272	332	μs
V.SYNCディレイ		T_{VDT}	9.6	12.3	15	μs
信号検出ロック電圧	"H"	V_{LH}	2.53	2.68	2.83	V
	"L"	V_{LL}	1.25	1.40	1.55	V
信号検出キャプチャ	"H"	V_{CH}	2.07	2.22	2.37	V
	"L"	V_{CL}	1.57	1.72	1.87	V
信号検出出力	"H"	V_{DEH}	4.0	4.2	—	V
	"L"	V_{DEL}	—	0	0.1	V
信号検出出力	"H"	$\overline{V_{DEH}}$	4.0	4.2	—	V
	"L"	$\overline{V_{DEL}}$	—	0	0.1	V

(b) 電気的特性

発生させるために必要な信号検出について説明します．NJM2229は，水平同期信号の有無によって映像信号の状態を検出しています．信号検出回路のブロック図と動作原理図を図10に示します．信号検出回路はリトリガ・タイプのモノマルチ・バイブレータと平滑回路，そしてヒステリシス付きのコンパレータから構成されています．

まず，同期分離回路から送られてくるコンポジット同期信号はリトリガ・モノマルチ・バイブレータに入力されます．ここで，11番ピンのCRによって決まる時定数のパルス幅に変換され，平滑回路に加えられます．平滑回路では12番ピンのコンデンサに充放電を行うことによって，直流電圧に変換します．この12番ピンに発生する直流電圧の大きさを，ヒステリシス付きのコンパレータによって判定し，13番ピンと14番ピンに"H"，"L"の判別信号を出力します．

たとえば，入力映像信号の同期信号の周波数が大きく変動したり，欠落したりした場合，平滑回路に加えられるパルスのデューティ比が変化し，12番ピンの直流電圧が高くなったり低くなったりします．そしてコンパレータのロック・レンジをはずれると，信号なしと判定します．また，入力信号の同期信号が正常にもどり，12番ピンの直流電圧がキャプチャ・レンジに入ると信号ありと判定します．

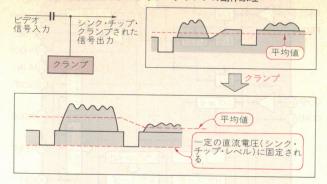
コンパレータのスレッショルド電圧の上下にヒステリシスをもたせているのは，信号の有無の状態が微妙な場合に判別信号が不安定になることを防ぐためです．

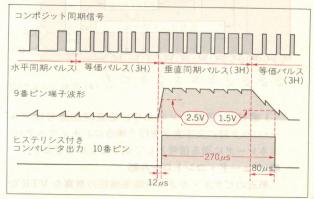
今回製作するセレクタでは，この信号検出回路の判別出力により，入力映像信号とセレクタ内部で発生させるブルー・バック信号を切り替えます．

ビデオ・セレクタと周辺回路

● ブルー・バック信号発生部

〈図6〉シンク・チップ・クランプの動作原理

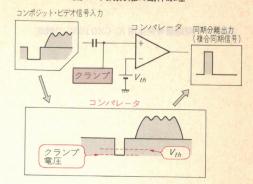
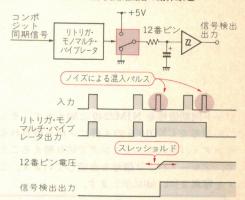
〈図7〉同期分離の動作原理

〈図9〉垂直同期分離の原理

〈図10〉信号検出回路の動作原理

映像信号がなくなった場合，テレビ画面にノイズ画面を出さないように背景信号に切り替える機能は，ブルー・バックなどと呼ばれています．たとえばビデオ・テープの再生信号が終わったときなどに，TV画面に色の付いた背景信号を出力するようにします．

このブルー・バック信号は，入力される映像信号とは無関係にビデオ・セレクタ内部で発生させています．これは，同期信号発生器というビデオ・カメラの基準信号発生用のICを用いて行います．今回はCXD1030（ソニー製）というICを使ってみました．CXD1030のブロック図と電気的特性をそれぞれ図11(a)，(b)に示します．

同期信号発生器は，本来ビデオ・カメラの走査に必要な駆動信号や，コンポジット・ビデオ信号を作る同期信号，カラー・サブキャリア(3.58 MHz)などを発生するものです．

CXD1030は，サブキャリアの4倍の周波数である14.3181 MHz(4 f_{SC})を基準クロックとして，カラー・サブキャリア，水平，垂直，コンポジットの各同期信号，またブランキング・パルス，バースト・フラグ・パルスなど，コンポジット・ビデオ信号を作るために必要な信号をすべて発生させることができます．また，外部同期結合も可能ですので，たとえば入力映像信号と外部同期させて使うこともできます．

CXD1030の出力はすべてパルス信号として出力されますので，このままではブルー・バック信号としては使えません．また，それぞれの信号を適当に合成する必要があります．

今回はブルー・バック信号を作るために，このICを図12のような回路で使うことにしました．この回路について説明します．

まず5番ピンのバースト・フラグ・パルスと26番ピンのサブキャリア出力からANDゲートによるディジタル・スイッチによって，カラー・バースト信号を作ります．このようすを**写真2**(a)に示します．このカラー・バースト信号を3.58 MHzのバンドパス・フィルタを通して正弦波にしたのち，加算回路によって3番ピンからのコンポジット同期信号と加算します〔**写真2**(b)〕．VR_1，VR_2でそれぞれの振幅が約300 mV_{P-P}になるように調整します．

つぎに色信号を作るわけですが，今回は青色にしたためバースト信号に対して位相を約180°反転した信号を作っています．したがって，26番ピン出力を反転したのち，バンドパス・フィルタに通して正弦波にしています．ここでは，VR_3，VR_4により振幅調整と輝度設定を行います．振幅は約400 mV_{P-P}，輝度はNJM2249のクランプ・レベルが2Vなので，2.5V程度に設定します．

この色信号とカラー・バースト信号をもったコンポ

〈図 11〉[6] 同期信号発生用 IC CXD1030 の構成

(a) 内部ブロック図

ジット同期信号を NJM2249 に加えます．そしてふたつの信号を CXD1030 の 4 番ピンから得られるブランキング・パルスのタイミングで切り替えることによって，ブルー・バック信号を合成しています．このようすを**写真 2**(c)，(d)に示します．

1 番ピン，2 番ピンの水平，垂直同期信号はブルー・バック時に文字表示を行う場合に，キャラクタ・ジェネレータに送る信号として使うことができます．

● **フェード・コントロール部**

最近のビデオ・カメラや編集機能の豊富な VTR な

製作にあたっての注意

NJM2229 の回路で使用する CFC は村田製作所の CSB503F2 などがよいでしょう．

なお，この AFC(Automatic Frequency Control) 回路の動作原理についてはほとんど書かれていません．

新日本無線の NJM2229 は 5,6 年前に三菱電機から同等のものが発売されています．これ以後，一般のテレビの水平 AFC 回路は，CF を利用したものが多くなりました．もともと，この回路の動作は，どこかのメーカで FM ステレオのパイロット同期(32kHz/2)を無調整化するために作られたものの応用で，その動作原理はカラー APC とほとんど同じです．CF は発振子というよりもむしろ可変インダクタ回路の一部として用いられます．

すなわち，DC 制御によりインダクタを変え，共振から反共振までのカーブをシフトすることにより，広域にわたって，VCO がロックします(図 A)．

キャラクタ・ジェネレータは通常 AFC により得た H パルスで水平ドライブし，V ジッタをなくすため，V シンクを H パルスで同期微分して用います．これにより，VTR サーチ画などの不安定な信号でも，オ

〈図 A〉 共振から反共振までのカーブがシフトする

〈図 B〉 同期検出方法

■直流特性 $V_{DD}=5\,V\pm10\%$, $V_{SS}=0\,V$, $T_{opr}=-20\sim+75℃$

項目		記号	条件	min	typ	max	単位
電源電流		I_{DD}			2.0		mA
		I_{DDS}	静止状態(1)	0		0.1	μA
出力電圧1(2)	"H"レベル	V_{OH}	$I_{OH}=-1.0$ mA	$V_{DD}-0.5$		V_{DD}	V
	"L"レベル	V_{OL}	$I_{OL}=1.0$ mA	V_{SS}		0.4	V
出力電圧2(3)	"H"レベル	V_{OH}	$I_{OH}=-0.5$ mA	$V_{DD}-0.5$		V_{DD}	V
	"L"レベル	V_{OL}	$I_{OL}=0.5$ mA	V_{SS}		0.4	V
入力電圧	"H"レベル	V_{IH}		0.7 V_{DD}			V
	"L"レベル	V_{IL}				0.3 V_{DD}	V
入力リーク電流		I_{LI}	$V_I=0\,V\sim V_{DD}$	−25		25	μA
入力リーク電流(4)		I_{LZ}		−40		40	μA

(注) (1) $V_{IH}=V_{DD}$, $V_{IL}=V_{SS}$ (3) "AOUT"端子
(2) "AOUT"を除く出力端子 (4) 3ステート端子

■入力/出力容量

項目	記号	max	単位
入力端子	C_{IN}	12	pF
出力端子	C_{OUT}	12	pF

測定条件：$V_{DD}=V_I=0\,V$, $f_M=1\,MHz$

(b) 電気的特性

どにはフェード・イン，フェード・アウトといった機能が付いているものがあります．今回は，徐々に白または黒の画面に変化していくような簡易フェード・イン，フェード・アウト回路を考えてみました．

フェード・コントロール回路部のブロック図を図13に示します．まず，コンポジット・ビデオ信号を3.58 MHzのトラップを通して，カラー成分を取り除いた輝度信号を取り出します．この信号にキード・クランプをかけます．

キード・クランプとはキー・パルスというパルス信号のタイミングでクランプ回路を動作させるもので，映像信号の平均レベル（APLと呼ぶ）の変動に対して強いクランプ回路になります．キード・クランプ回路の動作原理を図14に示します．この回路に必要な同期信号はNJM2229の同期分離出力を用います．

このクランプをかけた信号をコンパレータに加えます．そして，このコンパレータにより，図15のようにある輝度レベル以上の成分を取り出します．このコンパレータ出力を文字信号と同様に扱うことにより，元の映像信号にビデオ・スイッチを使ってスーパインンスクリーン・ディスプレイ（スーパ・インポーズ）が安定に行えます．

また，同期検出方法ですが，この新日本無線の方法よりも図Bのほうが安定に，かつ確実です．

動作は，AFCパルス内に含まれるH-Syncのデューティにより，検出すなわちAFCがロックできたら，Syncもありという理論です．

キード・クランプですが，図12ではシンクでクランプしているようですが，入力信号によって信号全体およびシンクの長さが若干違うので，できればペデスタル・クランプのほうがよいのではないでしょうか．

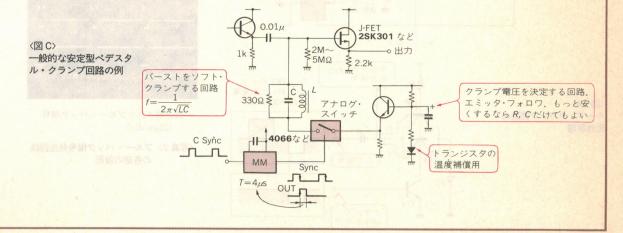
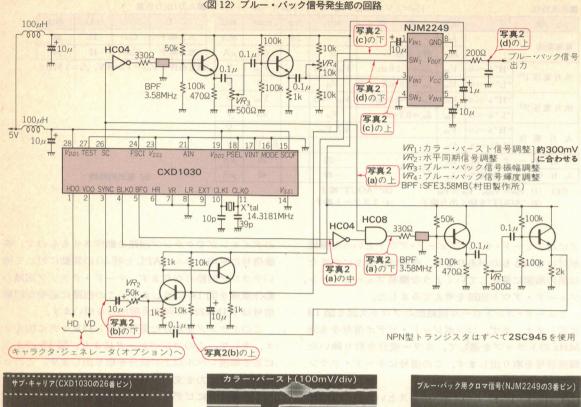
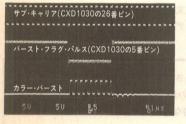
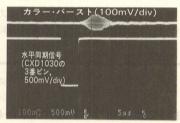
図Cは，一般的な安定型ペデスタル・クランプ回路の一例です．

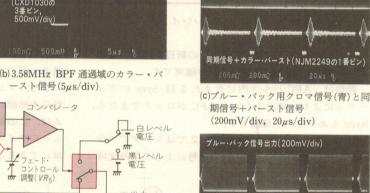
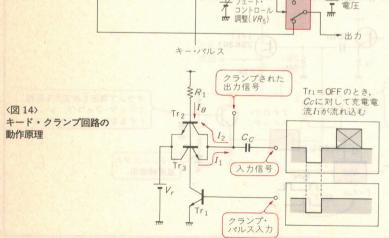
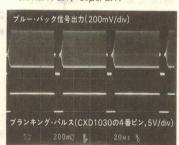
また，フェーダもちゃんとしたものにするには，新日本無線のNJM1496などのDBMを使用して行えば，この本文の回路と組み合わせて，ブルー・フェーダやイエロ・フェーダ，白，黒などを比較的簡単にできると思います． (河村裕美)

〈図C〉
一般的な安定型ペデスタル・クランプ回路の例

〈図 12〉 ブルー・バック信号発生部の回路

VR_1：カラー・バースト信号調整 ⎫ 約300mV
VR_2：水平同期信号調整 ⎭ に合わせる
VR_3：ブルー・バック信号振幅調整
VR_4：ブルー・バック信号輝度調整
BPF：SFE3.58MB（村田製作所）

NPN型トランジスタはすべて2SC945を使用

(a)カラー・バースト信号の生成
(5V/div, 1μs/div)

(b)3.58MHz BPF 通過域のカラー・バースト信号(5μs/div)

(c)ブルー・バック用クロマ信号(青)と同期信号＋バースト信号
(200mV/div, 20μs/div)

(d)合成されたブルー・バック信号
(20μs/div)

〈写真 2〉 ブルー・バック信号発生回路の各部の波形

〈図 13〉 フェード・コントロール回路のブロック図

〈図 14〉 キード・クランプ回路の動作原理

ポーズします．

このスーパインポーズする際に白または黒に相当する直流電圧を与えておけば，輝度の高い画面部分が白または黒くなります．そして，コンパレータのスレッショルド・レベルを徐々に下げていくと，輝度の高い画面部分から段々と白または黒くなっていき，擬似的にフェード効果をもたせることができます．この部分の回路は図17のビデオ・セレクタ部回路に含まれます．

● オーディオ・セレクタ部

それでは，実際にセレクタの回路構成の説明に入ります．まず最初にオーディオ信号系のセレクタ回路を図16に示します．オーディオ系はL，R 2チャネルで4入力1出力としています．これはVTRなど3台とCDなどのオーディオ・ソース1台の入力を考えてみました．

4入力の切り替えとブルー・バック時の音声ミュートが必要ですので，1チャネルにつき，NJM2234を2個使用しています．そして，出力バッファとしてOPアンプのNJM5532を使ってみました．

回路としては，非常に簡単な構成になりますが，NJM2234自体が10 MHzまでの帯域をもっていますので，オーディオ帯域以上の高い周波数のノイズの影響をなくすために，信号径路内の2箇所に*CR*のローパス・フィルタを挿入してあります．ローパス・フィルタのしゃ断周波数は約1MHzに設定してあります．

● ビデオ系セレクタ部

ビデオ信号系の回路を図17に示します．ビデオ入力としては3入力1出力を考えていますので，NJM2234を1個とブルー・バック信号との切り替え用にNJM2265を1個使用しています．

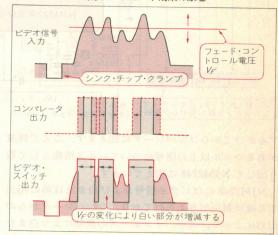
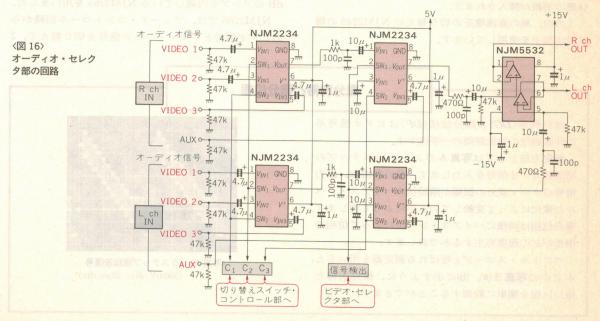
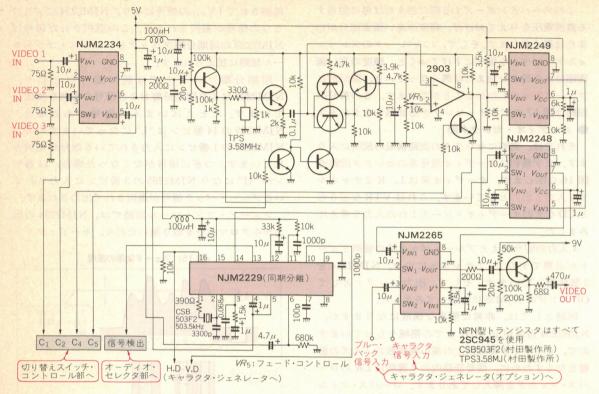
まず，入力端子に加えられたビデオ信号は75Ωで終端されて1 V_{P-P}の信号になり，NJM2234によりひとつの信号が選択されます．この選択された信号はNJM2229の同期分離ブロックとフェード・コントロール回路に加えられます．

同期分離ブロックでは前に述べたとおり，NJM2229により同期分離および信号の有無を検出しています．たとえばいま入力信号がある場合，NJM2229の14番ピンは“L”になっていますので，NJM2265の1番ピンに入力されている信号が選択されています．つぎに信号がなくなった場合，14番ピンが“H”になりNJM2265の3番ピンに入力されているブルー・バック信号が選択されて出力されます．

フェード・コントロール回路では，NJM2234の出力からクロマ成分を取り除いたのち，キード・クラン

〈図15〉フェード効果の原理

〈図16〉
オーディオ・セレクタ部の回路

〈図17〉ビデオ・セレクタ部の回路

プをかけてからコンパレータに加えます．ここで輝度があるレベル以上の信号についてパルス情報として取り出してNJM2248に加えています．

NJM2248にはビデオ信号および白または黒に相当する直流電圧が与えられており，コンパレータからの出力によって，スーパインポーズの原理により白または黒の情報が挿入されます．

この白，黒の直流電圧の切り替えにNJM2249の輝度設定端子を使用しています．

フェード・コントロールを行わない場合はC_4に“H”を加えることによって，コンパレータの出力を強制的に“L”にしてNJM2248をスルー状態にします．

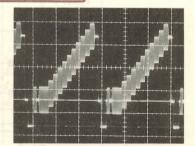
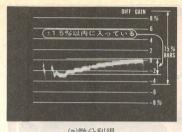
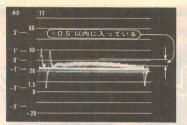
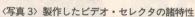
ビデオ・セレクタの出力としては75Ω負荷に対して1 V_{P-P}が必要になりますので，最終的に6 dBのアンプで2倍に増幅する必要があります．このために，6 dBのアンプを内蔵しているNJM2265を用いました．

NJM2265では，フェード・コントロール回路からのビデオ信号とブルー・バック信号を切り替えて，2

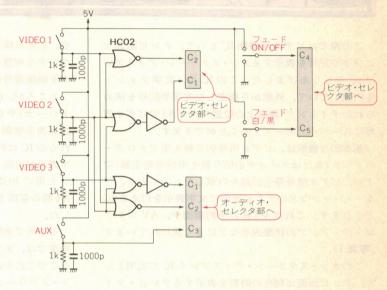
微分利得と微分位相

微分利得(*DG*)と微分位相(*DP*)はビデオ信号系の非直線性の特性評価の一手法です．

測定方法としては**写真A**のような10ステップの階段波ビデオ信号を入力します．微分利得は，出力信号のクロマ成分の振幅が階段状のバイアス・レベルの変化によって変動しているかによって表します．微分位相は同様にバイアス・レベルによって位相の偏差がどの程度発生するかで表します．

ベクトル・スコープと呼ばれる測定器を用いると，本文中の**写真3**(a)，(b)に示すように，微分利得と微分位相を簡単に観測することができます．

〈写真A〉10ステップ階段波信号
(500mV/div，20μs/div)

(a)微分利得

(b)微分位相

(c)周波数特性
(500mV/div, 10μs/div)

〈写真 3〉 製作したビデオ・セレクタの諸特性

〈図 18〉
切り替えスイッチ・コントロール部の回路

倍に増幅して出力しています．また，4番ピンにキャラクタ・ジェネレータからのキャラクタ信号を加えれば文字のスーパインポーズができるように，5番ピンに輝度レベルを決める直流電圧を与えてあります．

ビデオ系のセレクタについても不要な高周波成分のまわりこみなどによって発振を起こしたり，動作が不安定になったりする可能性があります．そこでNJM2234とNJM2265の出力に，それぞれ*CR*のローパス・フィルタを入れてあります．

これらのビデオ・スイッチをコントロールする直流電圧を作り出している回路を図18に示します．

最後に製作したビデオ・セレクタの性能を示す特性として，微分利得(*DG*)，微分位相(*DP*)，そして周波数特性をそれぞれ**写真3**(a)，(b)，(c)に示します．これによりわかるとおり，今回十分実用に耐え得るものができたと考えています．

このようにビデオ・スイッチ用のICを用いることによって，複数のビデオ信号を切り替える高性能なセレクタを手軽に製作することができます．今回は再生系の切り替えだけを行いましたが，ビデオ・スイッチICの組み合わせ方を工夫することによって，ダビングなどに便利なセレクタも構成できます．そして，接続の煩わしさを解消し，所有しているビデオ装置をフルに活用して，AVライフを楽しむことができるでしょう．

＊　＊　＊

オーディオ系，ビデオ系と異なった帯域の信号を取り扱うため，各ブロック間での回り込み，干渉には十分に注意する必要があります．各ブロックの電源ライン，GNDラインを独立させるようにして，共通インピーダンスを極力もたないように配線することが大切です．電源ラインには*LC*のフィルタを入れます．

ビデオ系については，3チャネルのビデオ信号のクロストークに注意しなければなりません．IC内のクロストークについてはICの特性として抑えることができますが，基板上の配線間のクロストークには十分気を付ける必要があります．なるべくチャネル間を接近させないようにしなければなりません．ブルー・バック発生部とビデオ・セレクタ部の基板のグラウンド・ラインは，ベタ・アースにしたほうがよいでしょう．

◈引用文献◈

(1) NJM2234，新日本無線'88半導体データ・ブック，バイポーラIC編．
(2) NJM2248データ・シート，新日本無線．
(3) NJM2249データ・シート，新日本無線．
(4) NJM2265データ・シート，新日本無線
(5) NJM2229データ・シート，新日本無線．
(6) CXD1030データ・シート，ソニー．

この章ではビデオ用機能ICとして，テレビ画面上に文字や記号を表示するオン・スクリーン・ディスプレイICをとりあげました．このICは，文字フォントを内蔵していて，外部から指定した文字や記号を決められたタイミング(画面上の位置や大きさ)でビデオ信号にスーパインポーズすることができます．

基本的な機能は，ビデオ信号切り替え用アナログ・スイッチ(またはスイッチの切り替え用信号発生器)ですが，ビデオ信号発生回路を内蔵したものもあり，ブルー・バックなどのテレビ画面に文字表示を行えるICもあります．これはVTRの予約画面や，AVコントロール・アンプの状態表示などによく使われています(**写真1**)．

このオン・スクリーン・ディスプレイICの応用として，テレビ画面に現在の時刻を表示するテレビ・タイム・インサータを製作します．また，時刻を表示するための時計機能とフォントの大きさと位置のコントロールを行うために，ワンチップ・マイコンの応用回路を使用します．

オン・スクリーン・ディスプレイIC

テレビ画面に文字を挿入(スーパインポーズ)する場合，以前は横方向と縦方向それぞれにタイミング・カウンタを用意し，そのタイミングに合わせて文字データを映像信号に重ね合わせていました．

ところが，GDC(グラフィック・ディスプレイ・コントローラ)やCRTC(CRTコントローラ)と呼ばれる画面表示制御のための専用ICが出現してからは，これらのICに外部同期をかけることで比較的簡単に文字表示が可能となりました．このころはまだ文字フォント用のROMやRAMは外付けで，全体の規模はA4判の基板1枚分程度，表示文字は250文字程度でした．

ところで実際に自然画像の一部分に文字を挿入する程度では，あまり多くの文字数は必要ではありません．そこでこれらの機能を最適化し，ワンチップ化したオン・スクリーン・ディスプレイICが作られ，最近ではビデオ関連の家電製品を中心に広く使われるようになりました．

● オン・スクリーン・ディスプレイICの種類と特徴

表1に各社のオン・スクリーン・ディスプレイ用のICを示します．とくに富士通では多くの品種を販売しており，用途別に最適品種を選択することができます．**表2**にこれらをまとめて示します．

これらのICはテレビのチャネル表示や音量表示，VTRの動作状態の表示などに使用されているものです．

初期のころは数字やアルファベットを表示する程度でしたが，最近では漢字の表示や細かい図形の表示も可能になってきています．

いずれのICも表示文字の構成はマスクROMによるユーザ指定のものですが，各メーカとも標準フォント品が用意されているので，試作の場合はこれを利用することになります．今回の製作でも標準フォントを使用しています．

文字の補間機能とはフォントとしては8×8ドットであっても，実際の表示の場合には**図1**に示すように16×16ドット相当のなめらかな表示をする機能です．

表2の富士通のオン・スクリーン・ディスプレイIC

回	11	火	AM	0:14	12月/1990	
CH	DAY			ON	OFF	
8	マ-日		PM	6:00	6:29	SP
1	15	土	PM	1:00	2:00	SP
6	14	金	AM	6:15	7:15	EP
3	11	火	PM	1:10	4:10	SP
1	マイ日		AM	8:15	8:31	SP
EX	16	日	AM	10:00	0:00	SP
--	-	-	--	-:--	-:--	--
--	-	-	--	-:--	-:--	--

〈写真1〉家庭用VTRのオン・スクリーン・ディスプレイの例(番組録画予約)

〈表1〉各社オン・スクリーン・ディスプレイICの種類と特徴

型名	CXD1050	MSM6207A	μPD6145C/G	MSM6318	M50555SP/FP	LR67151	TC9020P
メーカ	ソニー	沖電気工業	日本電気	沖電気工業	三菱電機	シャープ	東芝
1文字の構成(横×縦)	12×16ドット	3×5ドット	6×9ドット*	7×9ドット*	12×18ドット	12×12ドット	8×8ドット
表示文字数	128	10(固定)	112 +16(RAM)	63	256	123	32
最大表示画面	16列×8行	8列×1行	24列×12行	24列×12行	24列×10行	21列×6行	8列×1行
対応する信号規格	NTSC, PAL	NTSC	NTSC, PAL	NTSC, PAL	NTSC, PAL	NTSC, PAL	NTSC
信号切り替え方式	外付けスイッチ(RGB3回路)	外付けスイッチ	外付けスイッチ(RGB3回路)	外付けスイッチ	外付けスイッチ(RGB3回路)	外付けスイッチ(RGB3回路)	外付けスイッチ
電源電圧範囲(V)	4.5〜5.5	4〜6	4.5〜5.5	4.5〜5.5	4.5〜5.5	4.5〜5.5	4.5〜5.5
形状	24ピンDIP(400mil)	16ピンDIP(300mil), 24ピンSOP	18ピンDIP/20ピンSOP	22ピンDIP	32ピンSDIP/32ピンSOP	22ピンDIP	16ピンDIP
そのほかの特徴	・文字はマスクROM ・ビデオ信号発生可 ・RGB対応	・日付け挿入用	・112文字はマスクROM ・16文字分のパターンを外部より書き込み可能 ・RGB対応	・文字はマスクROM ・ビデオ信号発生可	・文字はマスクROM ・ビデオ信号発生可 ・RGB対応	・文字はマスクROM ・RGB対応	・文字はマスクROM

*印は文字の補間機能あり

各社データ・ブックおよびデータ・シートによる

〈図1〉[1] 文字補間機能の動作

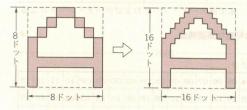
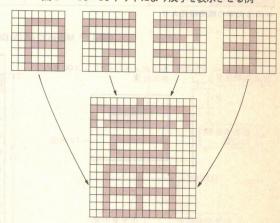
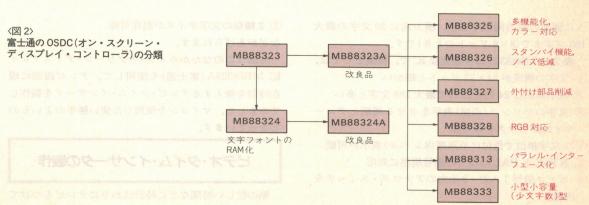
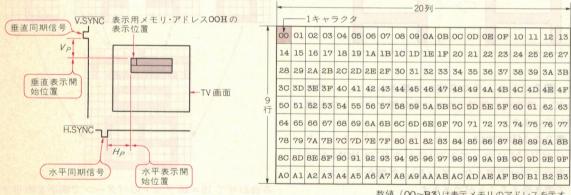
〈図3〉[1] 16×16ドットにより漢字を表示させる例

は，図2に示すような系統に分類されます．いずれのICも用途別に最適化され，多品種なファミリを構成しています．

表2のMB88324Aは，キャラクタ・ジェネレータ部分がRAMになっており(ほかのICはROMなので表示文字は固定となっている)，外部からのコマンドで書き換えることができます．

また8×8ドットの図柄を最大62種類まで表示することができ，図3に示すように8×8ドットを四つ組み合わせて16×16ドットのパターンで漢字を表示することもできます．この場合は62÷4≒15種類の文字までの表示となります．表示文字数は図4に示すよ

〈図2〉
富士通のOSDC(オン・スクリーン・ディスプレイ・コントローラ)の分類

〈表2〉富士通のオン・スクリーン・ディスプレイICの種類と特徴

型　名	MB88323A	MB88324A	MB88325	MB88326	MB88327	MB88328	MB88303	MB88313
1文字の構成（横×縦）	8×8ドット*	8×8ドット*	24×32ドット	8×8ドット*	8×8ドット*	8×8ドット*	5×7ドット*	5×7ドット*
表示文字数	62	62	128	62	62	62	62	30
最大表示画面	20列×9行	20列×9行	24列×12行	20列×9行	20列×9行	20列×9行	20列×9行	8列×2行または16列×1行
対応する信号規格	NTSC	NTSC	NTSC, PAL	NTSC	NTSC	NTSC	NTSC	NTSC
信号切り替え方式	内蔵スイッチ	内蔵スイッチ	内蔵スイッチ	内蔵スイッチ	内蔵スイッチ	外付けスイッチ（RGB 3回路）	外付けスイッチ	外付けスイッチ
電源電圧範囲（V）	4.5～5.5	4.5～5.5	4.5～5.5	4.5～5.5	4.5～5.5	4.5～5.5	4.5～5.5	4.5～5.5
形　状	22ピンDIP（400mil），24ピンSOP	22ピンDIP（400mil），24ピンSOP	38ピンSOP	22ピンDIP（400mil），24ピンSOP	22ピンSOP（400mil），24ピンSOP	22ピンDIP（400mil），24ピンSOP	22ピンDIP（400mil）	16ピンDIP（300mil），16ピンSOP
そのほかの特　徴	・文字はマスクROM ・ビデオ信号発生可	・文字はRAMに外部よりパターンを書き込む ・ビデオ信号発生可 ・漢字の表示が容易	・文字はマスクROM ・ビデオ信号発生可 ・色付けまたは階調表示可 ・多機能（文字の色付け，ブリンク周期設定など）	・MB88323Aの改良版 ・文字はマスクROM ・ビデオ信号発生可 ・スタンバイ機能あり	・文字はマスクROM ・ビデオ信号発生可 ・外付け部品が少ない	・文字はマスクROM ・ビデオ信号発生可 ・RGB対応	・文字はマスクROM ・パラレル・インターフェース	・文字はマスクROM ・少数文字表示用

＊印は文字の補間機能あり　　富士通データ・ブックおよびデータ・シートによる

〈図4〉[1] MB88324A（MB88323A）の表示可能な画面構成

数値（00～B3）は表示メモリのアドレスを示す．

（a）テレビ画面上の表示位置　　（b）キャラクタ（文字）の表示位置とアドレス

うに画面の縦方向に9文字，横方向に20文字の最大180文字まで（8×8ドットのとき）です．

表2のMB88325は多機能なICで，特徴としては，

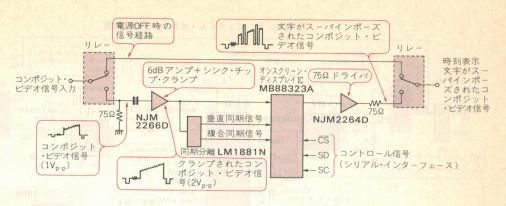
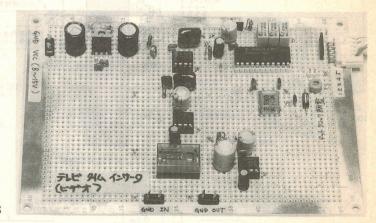
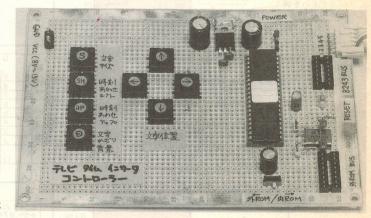
① 文字の構成が24×32ドットと細かい
② 表示画面は24列×12行で最大288文字と多い
③ 文字のブリンク（点滅）表示をさせる周期とデューティ比がプログラム可能
④ 1文字単位で色付けや階調（8レベル）表示が可能
⑤ NTSCとPALの二つの信号規格に対応
⑥ ビデオ信号3入力・2出力のアナログ・スイッチを内蔵
⑦ 2種類の文字サイズが混在可能

などがあげられます．

今回はこのなかからオン・スクリーン・ディスプレイIC MB88323A（富士通）を使用して，テレビ画面に現在時刻を挿入するテレビ・タイム・インサータを製作してみました．マイコンを使用した使い勝手のよいものとなっています．

ビデオ・タイム・インサータの製作

朝の忙しい時間などに時計代わりにテレビをつけて

〈図5〉テレビ・タイム・インサータのビデオ信号部のブロック図

〈写真2〉テレビ・タイム・インサータの基板

(a) ビデオ信号回路部

(b) コントロール回路部

いる人は多いと思いますが，今回製作した装置はいつでも自分の好きなときにテレビの画面上に時刻を表示できるものです．

図5に製作したテレビ・タイム・インサータのブロック図を，**図6**(a)と(b)にそれぞれ，ビデオ信号部とコントロール部の回路図を示します．**表3**に使用部品を示します．

また，**写真2**(a)と(b)にそれぞれビデオ信号部とコントロール部の基板の外観を示します．

● **製作したビデオ・タイム・インサータの特徴**

今回製作した装置では文字の大きさを6段階に調整することができ，表示位置を縦方向16段階・横方向16段階で調整することができます．

図6(b)の回路では，時間設定や文字表示位置指定などの各種の制御には8048/49/35/39という，一般的なワンチップ・マイコンを使用しています．

外付けのROMは2Kバイト以上のものでしたらなんでも使用できます．

またROM内蔵型の8749を使用すれば，図中の赤枠部分のアドレス・ラッチの74LS573や外部ROMが必要なくなるので，よりスマートな回路になります．

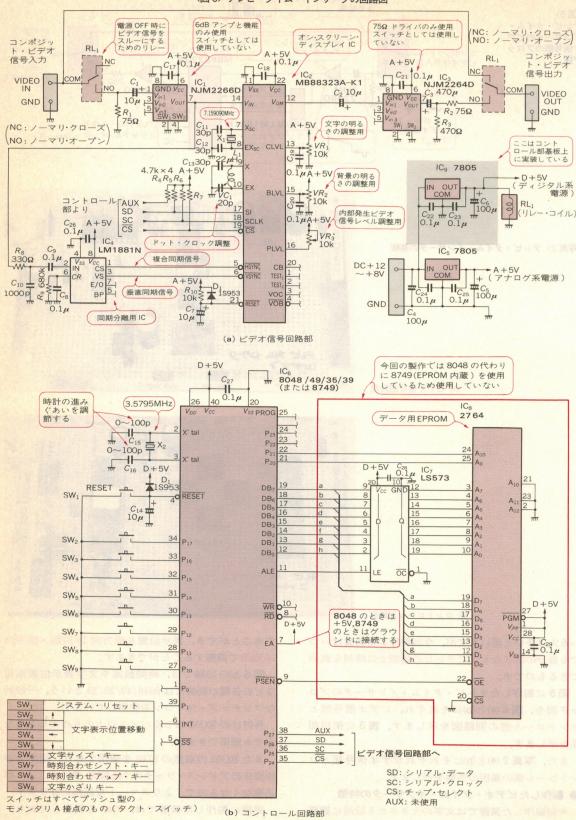
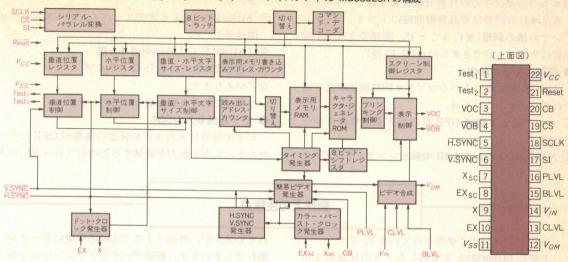
実際に製作した装置では，8749を使用しており，

〈図6〉テレビ・タイム・インサータの回路図

(a) ビデオ信号回路部

SW1	システム・リセット
SW2	↑ 文字表示位置移動
SW3	→ 文字表示位置移動
SW4	← 文字表示位置移動
SW5	↓ 文字表示位置移動
SW6	文字サイズ・キー
SW7	時刻合わせシフト・キー
SW8	時刻合わせアップ・キー
SW9	文字かざりキー

スイッチはすべてプッシュ型のモメンタリA接点のもの(タクト・スイッチ)

(b) コントロール回路部

〈図 7〉オン・スクリーン・ディスプレイ IC MB88323A の構成

（a）内部ブロック図　　（b）ピン配置

〈表 3〉テレビ・タイム・インサータに使用する部品

部品番号	型名・定数	形状・耐圧など	メーカ・材質など
IC_1	NJM2266D	DIP8	新日本無線
IC_2	MB88323A-K1	DIP22	富士通
IC_3	NJM2264D	DIP8	新日本無線
IC_4	LM1881N	DIP8	ナショナルセミコンダクター
IC_5, IC_9	7805	TO220	
IC_6	8749	DIP40	インテルなど
D_1, D_2	1S953		
R_1, R_2	75Ω		
R_3	470Ω		
R_4～R_7	4.7kΩ	1/4W	カーボン（炭素皮膜抵抗）
R_8	330Ω		
R_9	680kΩ		
R_{10}	10kΩ		
VR_1～VR_3	10kΩ		（ポテンショメータ）
C_1, C_2	10μF		
C_3	470μF		
C_4～C_6	100μF	16V	アルミ電解
C_7	10μF		
C_8, C_9	0.1μF		
C_{10}	1000pF	—	フィルム
C_{11}～C_{13}	30pF	—	セラミック
C_{14}	10μF	16V	アルミ電解
C_{15}, C_{16}	0～100pF	—	セラミック（要調整）
C_{17}～C_{27}	0.1μF	—	セラミック
VC_1	20pF		（トリマ・コンデンサ）
L_1	22μH		
X_1	7.159090 MHz		
X_2	3.579545 MHz		
RL_1	DS2M-DC5V	（2回路）	松下電工
SW_1～SW_9			（タクト・スイッチ）

外付けの EPROM を使用するとき

部品番号	型名・定数	形状・耐圧など	メーカ・材質など
IC_7	74LS573	DIP20	
IC_8	2764	DIP24	
C_{28}, C_{29}	0.1μF	—	セラミック

〈写真 3〉MB88323A の外観

〈図 8〉MB88323A の内部ビデオ信号出力レベルの設定

（a）外部ビデオ・モード（映像入力）のとき

（b）内部ビデオ・モード（ブルー・バック）のとき

図6(b)の回路図中の赤枠部分は実装されていません．

また時計の誤差は水晶発振回路のトリミング(コンデンサの値の調整)を行うことで，実測で3日で1秒程度にすることができました(月差10秒)．

● 回路の概略と動作

今回の回路にはいろいろなビデオ回路機能が盛り込まれています．これらは，

① リレーによる電源OFF時のビデオ信号のスルー回路
② NJM2266Dによる6dB増幅とシンク・チップ・クランプ
③ MB88323Aによる文字スーパインポーズとビデオ信号発生
④ LM1881Nによる同期信号分離
⑤ NJM2264Dによる75Ωドライブ

などがあります．

つぎにこれらを順を追って説明します．

● ビデオ信号入力回路

ビデオ信号は入力された装置の電源がOFFになったときに入力と出力を直結するためのリレーRL_1に入

製作上の注意点

MB88323Aはよく使用されているICです．

下記にMB88323Aを使用したときの注意点を示しておきます．

① 入力するH，V SyncはAFC(Automatic Frequency Control)対応がよい．

新日本無線のNJM2229などを使用したAFCによりHを供給するほうが，VTR信号のドロップ・アウト，ノイズ，トラッキング・ズレしてもオン・スクリーンが安定になります．

② ホワイト(前景，文字)，ブラック(縁取り)の電圧入力はインピーダンスが高いほうが，このICに限って文字が美しくなります．

理由は，このIC内部のインポーズ用切り替えスイッチの動作スピードが速すぎるため，切り替え時にリンギングを発生し，モニタTVによっては，このリンギングでクロス・カラーを発生させます．

図Aのように，ICの入力が容量性ということもあって，ダンピング抵抗を入れたほうが字はきれいになります．

③ 発振用のコイルは，シールド・タイプがベターです(図B)．

④ キャラクタ・コードなどのシリアル・データは，一定周期で常時送るようにします．MB88323などは内部がDRAM構成で，オート・リフレッシュされていますが，外部ノイズで比較的簡単にデータが壊れてしまいます．転送データもリフレッシュしたほうがよいと思います．

〈河村裕美〉

〈図A〉背景の明るさ調整用入力にはダンピング抵抗を入れたほうがきれい

(a) クロスカラー，白黒のスジの発生

(b) ダンピング抵抗を入れるときれいになる

〈図B〉発振用コイルはシールド型がベター

(a) 発振回路

(b) シールド型のコイルを使用する

〈図9〉 8048と8749のピン配置

〈表4〉 C_{15}およびC_{16}の値とALE端子の周波数の実測値

C_{15}とC_{16}の値	ALE端子の周波数(kHz)	月　差(sec)
0pF	238.710	+568
3pF	238.683	+293
5pF	238.671	+163
7pF	238.661	+54
8pF	238.657	+10
10pF	238.650	−65

ります．このためケーブルのめんどうな差し替えをしなくて済みます．

つぎにIC_1のNJM2266D(新日本無線)内蔵の6dBアンプによりケーブルのインピーダンス・マッチングを取る際の損失分を補償します．

これは内部ビデオ発生回路を使用した場合のMB88323Aの出力レベルが$2V_{p-p}$出力ですので，この信号とレベルを合わせる意味もあります．

また，外部より入力されるビデオ信号はACカップリングされていて，画面の明るさによってペデスタル・レベル(黒レベル)の位置が変動しているため，このまま文字を挿入すると画面によって文字の明るさが変わってしまいます．そこでNJM 2266D内蔵のクランプ回路によりDC再生(シンク・チップ・クランプ)を行って映像信号の黒レベルを一定にしてから文字のスーパインポーズを行うようにしています．

● オン・スクリーン・ディスプレイ用IC MB88323Aと周辺回路

MB88323Aの内部ブロック図とピン配置をそれぞれ図7(a)と(b)に示します．また外観を写真3に示し

〈図11〉 テレビ・タイム・インサータの電源およびバックアップ用バッテリ

〈図12〉 テレビ・タイム・インサータの接続例

〈図10〉 ワンチップ・マイコン内部の分周比と周波数

ます．

このICは，入力される水平同期信号と垂直同期信号により，内部でタイミングを作成し所定の位置に文字をスーパインポーズします．

また外部からの映像信号がない場合には，7.159090MHzの水晶をもとに内部でビデオ信号を作成し，それに文字を乗せて出力することができます．

内部ビデオ信号出力を使用しない場合には，7番ピンと8番ピンにはなにも接続する必要はありません．

ビデオ信号切り替え用のアナログ・スイッチを内蔵していることもこのICの特徴です．

13番ピンのCLVLはキャラクタ・レベル(文字の明るさ)の設定，15番ピンのBLVLは背景レベルの設定，16番ピンのPLVLは内部ビデオ信号使用時のペデスタル・レベル(黒レベル)の設定を行う端子で，それぞれVR_1～VR_3により調整します．

今回は外部から入力される信号の同期信号の底が1.3Vですので，それに合わせて1.9Vに調整します(図8)．

文字と背景のレベルもそれぞれ白100％と黒レベル

〈図13〉テレビ・タイム・インサータの操作スイッチと文字表示の状態

SW_2〜SW_5	文字表示位置キー	縦方向，横方向とも16段階で表示位置を移動
SW_6	文字サイズ・キー	2×2→2×3→2×4→1×1→1×2→2×1 のローテーション
SW_7	シフト・キー	ブリンクなし→"時"の桁ブリンク→"10分"の桁ブリンク→"1分"の桁ブリンク→"10秒"の桁ブリンク→"1秒"の桁ブリンク のローテーション
SW_8	アップ・キー	ブリンクしている桁を＋1する．1秒の桁の場合のみ0にする．
SW_9	文字かざりキー	ブルー・バック ふちどり→ブルー・バック 黒わく→ブルー・バック 文字のみ→ブルー・バック 文字なし→入力ビデオ信号 ふちどり→入力ビデオ信号 黒わく→入力ビデオ信号 文字のみ→入力ビデオ信号 文字なし のローテーション

に調整しています．調整後の実測値で13番ピンが3.4V，15番ピンが2V，16番ピンが3.6Vでした．16番ピンは本来は電流値での設定ですので，ICによってばらつきが大きく，出力ビデオ信号の波形を見ながらの調整が必要です．

● 同期分離回路と出力回路

MB88323Aに入力するための同期信号はLM1881N(ナショナルセミコンダクター)という専用ICを使用して分離しています．このICはコンポジット・ビデオ信号(C.VIDEO)を入力することで，複合同期信号(コンポジット・シンク，C.SYNC)，垂直同期信号(V.SYNC)，フィールドの判別信号，バースト・フラグの四つの出力を得られるものです．

今回は水平同期信号と垂直同期信号が必要なだけですので，積分回路とコンパレータで同期分離を行ってもよかったのですが，部品点数を減らすために使用しました．

ビデオ出力回路の75Ωドライバは，IC_3のNJM2264D(新日本無線)内蔵の回路を利用しています．

● コントロール回路部の概略

まず各種の制御を行っているワンチップ・マイコン8048/49/35/39を簡単に紹介します．

このICのオリジナル・ソースはインテル社のもので，8085CPUの少しあとの1976年に発表されました．

8048/49/35/39はパソコンのキーボード・コントローラやフロッピ・ディスク・ドライブのモータ・コントローラ，ステッピング・モータ・コントローラなどとして広く使用されています．

8048はマスクROMタイプの型番で，EPROM版は8748，また内蔵ROMとRAMの容量を増やした8749があります．これらは日本電気や富士通，三菱電機などのセカンド・ソース品もあり価格的に使いやすいものとなっています．

図9にピン配置を示します．

8748の場合，外付けの水晶は1M〜11MHzで使用できますが，8048では1M〜4MHzとなっています．

今回はビデオ信号処理ICに用いられる3.579545MHzの水晶を使用しました．時計の基準となる1秒の作成にはこの原発振をマイコン内部のタイマで分周し，さらにソフトウェアで分周して作成しています．

図10に各分周段の周波数を示します．

実際に月差0秒とするには，3.579840MHzの原発振が必要ですので，C_{15}とC_{16}の値を調整してなるべくこの値に近くなるようにします．

表4に実測によるコンデンサ値と発振周波数を示します．ICの個体差や水晶振動子の特性の違い，また浮遊容量の影響などで値は異なります．実際の調整方法としては，ALE出力に周波数カウンタを接続し(1/15の発振周波数が出力されている)，この値が238.656kHzとなるようにC_{15}とC_{16}の値を調整するのがよいでしょう．

時計として使用する場合，停電対策が必要となりますが，今回は外部供給の電源をまるごとバックアップすることで対応しました．

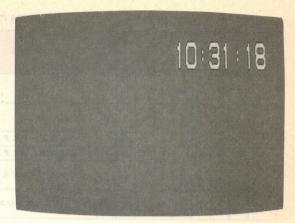
図11にバックアップ回路を示します．マイコン周辺だけをバックアップする場合より，バックアップ時間は短くなりますが，電源再復帰時の処理が省略できることもあり，今回はこの方法を使用しました．

また今回の製作では，ワンチップ・マイコンとしてEPROM内蔵タイプの8749(μPD8749HD，日本電気)を使用しました．ビデオ信号系の回路とコントロール信号系(マイコン回路)の基板を分けて製作しましたが，とくに分ける必要はありません．

● テレビ・タイム・インサータの操作法とプログラム

図12にテレビ・タイム・インサータの使用時の接続方法を，**写真4**(a)，(b)にテレビ画面を示します．

表示のための操作は8個のタクト・スイッチにより行います．これらの操作内容を図13に示します．

文字サイズ・キーは，初期値が縦2×横2の比率の文字です．この大きさで14インチ・テレビ上で横3

(a) 映像＋黒枠付き文字表示

(b) ブルー・バック＋ふちどり付き文字表示

〈写真 4〉テレビ・タイム・インサータの文字表示例

〈リスト 1〉テレビ・タイム・インサータのワンチップ・マイコン内の EPROM（または外付け EPROM）データのダンプ・リスト（省略部分はすべて 00H）

```
00000000  04 10 00 E4 D0 00 00 E4-00 00 00 00 00 00 00 00
00000010  27 B8 20 B9 1F A0 18 E9-15 B8 32 B0 03 23 8F 62
00000020  25 55 0A 53 EF 3A 23 A8-94 12 23 7E 94 12 B8 80
00000030  23 80 94 12 F8 03 FF 94-12 23 88 94 12 23 3F 94
00000040  12 E8 30 B8 40 23 81 94-12 F8 03 FF 94 12 23 88
00000050  94 12 23 3F 94 12 E8 45-0A 43 10 3A 24 00 00 00
00000060  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
                              ～
000000F0  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
00000100  09 B8 38 A0 B9 39 F1 AA-F0 DA 5A 37 AA FA 12 1A
00000110  B8 33 10 F0 03 F8 E6 1A-B0 00 FA 52 27 B8 34 10
00000120  F0 03 FA E6 27 B0 00 FA-32 2E B8 35 B0 01 FA 72
00000130  3B B8 32 10 F0 03 FA E6-3B B0 00 FA 92 4E B8 31
00000140  F0 03 01 AB 03 F0 E6 4C-23 00 24 4D FB A0 FA B2
00000150  61 B8 30 F0 03 FF AB 03-01 E6 5F 23 0F 24 60 FB
00000160  A0 FA D2 74 B8 30 F0 03-01 AB 03 F0 E6 72 23 00
00000170  24 73 FB A0 FA F2 87 B8-31 F0 03 FF AB 03 01 E6
00000180  85 23 0F 24 86 FB A0 B8-39 B9 38 F1 A0 B8 35 F0
00000190  C6 EC B0 00 B8 34 F0 C6-EC AA FA 03 FB 96 A9 B8
000001A0  21 B9 22 B0 00 B1 00 24-EC FA 03 FC 96 BC B8 23
000001B0  F0 17 03 FA F6 B9 10 24-BA A0 24 EC FA 03 FD 96
000001C0  CF B8 24 F0 17 03 F6 F6-CC 10 24 CD A0 24 EC FA
000001D0  03 FE 96 E2 B8 25 F0 17-03 FA F6 DF 10 24 E0 A0
000001E0  24 EC FA 03 FF 96 EC B8-26 10 24 EC 44 00 00 00
000001F0  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
00000200  0A 53 EF 3A 23 80 94 12-23 00 94 12 23 88 94 12
00000210  B8 27 F0 BA 01 94 00 94-12 23 80 94 12 23 01 94
00000220  12 23 88 94 12 B8 26 F0-BA 01 94 00 94 12 23 80
00000230  94 12 23 02 94 12 23 88-94 12 23 0C 94 12 23 80
00000240  94 12 23 03 94 12 23 88-94 12 B8 25 F0 BA 02 94
00000250  00 94 12 23 80 94 12 23-04 94 12 23 88 94 12 B8
00000260  24 F0 BA 03 94 00 94 12-23 80 94 12 23 05 94 12
00000270  23 88 94 12 23 0C 94 12-23 80 94 12 23 06 94 12
00000280  23 88 94 12 B8 23 F0 BA-04 94 00 94 12 23 80 94
00000290  12 23 07 94 12 23 88 94-12 B8 22 F0 BA 05 94 00
000002A0  94 12 23 90 94 12 B8 30-F0 03 00 E3 94 12 23 98
000002B0  94 12 B8 31 F0 03 10 E3-94 12 23 A0 94 12 B8 32
000002C0  F0 03 20 E3 94 12 23 A8-94 12 B8 33 F0 03 30 E3
000002D0  94 12 0A 43 10 3A 24 00-00 00 00 00 00 00 00 00
000002E0  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
000002F0  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
00000300  02 06 0A 0E 12 16 1A 1E-22 24 28 2C 30 34 38 3C
00000310  08 0B 0E 12 15 18 1C 1F-22 26 29 2C 30 33 36 3A
00000320  00 04 01 05 09 0D 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
00000330  7B 7F 7D 7C 2B 2F 2D 2C-00 00 00 00 00 00 00 00
00000340  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
                              ～
000003F0  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
00000400  B8 34 AB F0 37 17 6A 96-0E FB 43 40 84 11 FB 53
00000410  BF 83 AA 12 1B 0A 53 BF-3A 84 1F 0A 43 40 3A 94
00000420  8B FA 32 2A 0A 53 BF 3A-84 2E 0A 43 40 3A 94 8B
00000430  FA 52 39 0A 53 BF 3A 84-3D 0A 43 40 3A 94 8B FA
00000440  72 48 0A 53 BF 3A 84 4C-0A 43 40 3A 94 8B FA 92
00000450  57 0A 53 BF 3A 84 5B 0A-43 40 3A 94 8B FA B2 66
00000460  0A 53 BF 3A 84 6A 0A 43-40 3A 94 8B FA D2 75 0A
00000470  53 BF 3A 84 79 0A 43 40-3A 94 8B FA F2 84 0A 53
00000480  BF 3A 84 88 0A 43 40 3A-94 8B 83 0A 53 DF 3A 43
00000490  20 3A 53 DF 3A 83 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
000004A0  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
                              ～
000006F0  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
00000700  35 AF D5 23 8F 62 B8 21-10 F0 03 BE E6 4D F0 03
00000710  BE A0 B8 22 10 B8 22 F0-03 F6 E6 4D F0 03 F6 A0
00000720  B8 23 10 B8 23 F0 03 FA-E6 4D F0 03 FA A0 B8 24
00000730  10 B8 24 F0 03 F6 E6 4D-F0 03 F6 A0 B8 25 10 B8
00000740  25 F0 03 FA E6 4D F0 03-FA A0 B8 26 10 B8 26 F0
00000750  03 F6 E6 5B F0 03 F6 A0-B8 27 10 B8 27 B9 26 F0
00000760  03 FD F6 6E F0 03 FE E6-72 F1 03 FC E6 72 B0 00
00000770  B1 00 C5 FF 25 93 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
00000780  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
                              ～
000007D0  93 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
000007E0  56 65 72 20 31 2E 32 30-00 00 00 00 00 00 00 00
000007F0  39 30 2F 30 38 2F 32 39-
```

プログラム・データの頒布について

製作したビデオ・タイム・インサータの ROM データの入ったフロッピ・ディスクとデータ書き込み済みワンチップ・マイコン（8748/49/35/39）および EPROM（2764）を頒布します．EPROM を使用するときには回路図にもあるとおり，8048 が必要です．

フロッピ・ディスクは MS-DOS 用 3.5 インチまたは 5.25 インチ 2HD です．プログラム・ファイルには，①本文リスト 1，②本文リスト 2，③ ①のインテル HEX 型式ファイルなどが含まれます．

価格はフロッピ・ディスクが 3,000 円，8749 が 4,000 円，2764 が 3,000 円を予定しています．

ご希望の方は返信用封筒を同封のうえ，下記の宛先までお送りください．現金は送らないでください．追って申し込み方法などの案内をお送り致します．なお，整理のつごう上，締め切りは 1993 年 12 月 31 日とさせていただきます．

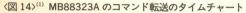
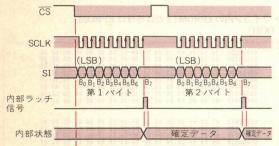
■宛先■

〒170 東京都豊島区巣鴨 1-14-2
CQ 出版株式会社
トランジスタ技術 SPECIAL 編集部 No. 31 第 7 章係

〈表5〉[1] MB88323A のコントロール・コマンド

コマンドNo.	第1バイト								レジスタ名称	第2バイト以降								機能
	コマンド識別コード					データ				データ								
	B_7	B_6	B_5	B_4	B_3	B_2	B_1	B_0		B_7	B_6	B_5	B_4	B_3	B_2	B_1	B_0	
0	1	0	0	0	0	0	0	A_7	—	0	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0	表示用メモリ・アドレス・プリセット
1	1	0	0	0	1	0	0	0	—	0	BL	CHA_5	CHA_4	CHA_3	CHA_2	CHA_1	CHA_0	キャラクタ・コード，ブリンク指定の書き込み
2	1	0	0	1	0	0	0	0	水平位置レジスタ	0	0	H_5	H_4	H_3	H_2	H_1	H_0	水平表示開始位置制御
3	1	0	0	1	1	0	0	0	垂直位置レジスタ	0	0	V_5	V_4	V_3	V_2	H_1	H_0	垂直表示開始位置制御
4	1	0	1	0	0	0	0	0	文字サイズ・レジスタ	0	0	0	0	VS_1	VS_0	HS_1	HS_0	水平垂直文字サイズ制御
5	1	0	1	0	1	0	0	0	スクリーン制御レジスタ	0	S_6	S_5	S_4	S_3	S_2	S_1	S_0	表示状態の制御

↑第1バイトのとき1　　↑第2バイト以降のとき0

〈図14〉[1] MB88323A のコマンド転送のタイムチャート

cm×縦3cmの文字となります．1回押し下げる(ONする)と2×3，以下2×4，1×1(最小サイズ)，1×2，2×1，の6サイズのローテーションとなっています．

文字飾りキーは，初期値では内蔵信号発生回路によるブルー・バックに，黒ふちどり付きの文字となっています．以下8種類のローテーションになっています．「入力ビデオ信号」は，外部から入力される信号に文字をスーパインポーズするモードです．

文字位置キーは，↑，→，←，↓の四つのキーで，それぞれの方向に文字の表示位置を移動させるものです．初期値では左上に表示します．縦方向，横方向ともに16段階の設定が可能です．

シフト・キーとアップ・キーは，時刻合わせに使用します．シフト・キーの初期値は，いずれの桁もブリンクなしです．1回押し下げると“時”の桁がブリンクします．このときアップ・キーを押すとその桁が+1します．1秒の桁のみ特別扱いで，アップ・キーを押し下げると0クリアとなります．

回路図中のVC_1は，表示ドット・クロックの微調整用です．値を小さくすると文字が縦長となり，大きくすると横長となります．実測ではIC_2の9番ピンでの周波数が6.2MHzのときに文字の縦横比が等しくなりました．

リスト1にワンチップ・マイコンのプログラムのダンプ・リストを示します．2Kバイトの容量で，省略されている部分はすべて“00”です．またリスト2にアセンブラ・ソース・リストを示します．

表5と図14にそれぞれMB88323Aのコントロール・コマンドとタイムチャートを示しますので参考にしてください．

*　　*　　*

ソース・リストは誌面のつごうで全部は掲載できませんが，フロッピ・ディスクで頒布しますのでそちらも参考にしてください(69ページ)．また製作の便宜を図るため，プログラム書き込み済みのROM(2764)またはワンチップ・マイコン(8749)も頒布しますので，同ページの申込みの手順に従い申し込んでください．

◆参考・引用*文献◆

(1)* 富士通半導体デバイスDATA BOOK，ASSP/汎用リニアIC，1990．
(2) ナショナルセミコンダクター，リニアICデータブック，1990．
(3) 末木 豊；ビデオ・ライン・セレクタの製作，トランジスタ技術，1990年，1月号．
(4) 末木 豊；アナログIC活用入門 第8回，ビデオ・スーパインポーズICによる設計と製作，トランジスタ技術，1990年12月号．

(本稿はトランジスタ技術1991年2月号の記事を再編集したものです)

〈リスト 2〉テレビ・タイム・インサータのコントロール・プログラム(アセンブラ・ソース・リスト)

```
            INCLUDE         8048.LIB                 :
            TITLE           CRT CLOCK                :
;****************************************************:
;**  USE MB88323A                                    :
;**  ON SCREEN DISPLAY TIMER CONTROLLER              :
;**  1990/08/29  by  YUTAKA SUEKI                    :
;**  Ver 1.20                                        :
;**  DEVIES IS i8749 OR i8048+2KROM                  :
;****************************************************:
INIHPOS         EQU     2                           :水平表示位置の初期値
INIVPOS         EQU     8                           :垂直表示位置の初期値
RAMTOP          EQU     20H                         :ユーザＲＡＭの先頭
RAMMAX          EQU     1FH                         :ユーザＲＡＭの数
COUNTERSET      EQU     (256-113)                   :
;----------------------------------------------------:
SEC66           EQU     RAMTOP+1H                   :0_65
SEC1            EQU     RAMTOP+2H                   :0_9
SEC10           EQU     RAMTOP+3H                   :0_5
MIN1            EQU     RAMTOP+4H                   :0_9
MIN10           EQU     RAMTOP+5H                   :0_5
HOUR1           EQU     RAMTOP+6H                   :0_9
HOUR10          EQU     RAMTOP+7H                   :0_5
;----------------------------------------------------:
CHR_HPOS        EQU     RAMTOP+10H                  :0_15
CHR_VPOS        EQU     RAMTOP+11H                  :0_15
CHR_SIZE        EQU     RAMTOP+12H                  :0_5
CHR_DECO        EQU     RAMTOP+13H                  :0_7
BLK_POS         EQU     RAMTOP+14H                  :0_5
TIM_UP          EQU     RAMTOP+15H                  :0,1
;----------------------------------------------------:
NOWSW           EQU     RAMTOP+18H                  :
BEFSW           EQU     RAMTOP+19H                  :
;****************************************************:
                ORG     0H                          :
;****************************************************:
POWON           JMP     CLOCKMAIN                   :リセット・スタート
;****************************************************:
                ORG     3H                          :
;****************************************************:外部割り込み
INT03           JMP     EXINT                       :ジャンプ・テーブル
;****************************************************:
                ORG     7H                          :
;****************************************************:タイマ割り込み
INT07           JMP     TMINT                       :ジャンプ・テーブル
;****************************************************:
                ORG     10H                         :
;****************************************************:メモリの初期化
CLOCKMAIN       CLR     A                           :
                MOV     R0,#RAMTOP                  :
                MOV     R1,#RAMMAX                  :
LABEL001        MOV     @R0,A                       :
                INC     R0                          :
                DJNZ    R1,LABEL001                 :
;----------------------------------------------------:
                MOV     R0,#CHR_SIZE                :メモリの代入
                MOV     @R0,#03                     :
;----------------------------------------------------:
TIMERSET                                            :内部タイマの初期化
                MOV     A,#COUNTERSET               :
                MOV     T,A                         :
                EN      TCNTI                       :
                START   T                           :
;----------------------------------------------------:
                                                    :ＯＳＤＣイニシャル
                IN      A,P2                        :ＣＨＩＰ ＳＥＬＥＣＴ
                ANL     A,#11101111B                :ＡＣＴＩＶＥ
                OUTL    P2,A                        :
                                                    :
                MOV     A,#0A8H                     :
                CALL    COMMAND                     :
                MOV     A,#01111110B                :
                CALL    COMMAND                     :
                                                    :
                MOV     R0,#80H                     :ブランク・データの書き込み
LOOP10          MOV     A,#80H                      :
                CALL    COMMAND                     :
                MOV     A,R0                        :
                ADD     A,#0FFH                     :
                CALL    COMMAND                     :
                                                    :
                MOV     A,#88H                      :
                CALL    COMMAND                     :
                MOV     A,#3FH                      :
                CALL    COMMAND                     :
                DJNZ    R0,LOOP10                   :
                                                    :
                        ⌇                           :
                                                    :
                IN      A,P2                        :ＣＨＩＰ ＳＥＬＥＣＴ
                ORL     A,#00010000B                :ＮＯＮ ＡＣＴＩＶＥ
                OUTL    P2,A                        :
                                                    :
                JMP     MAINLOOP                    :
;****************************************************:
                ORG     100H                        :
;****************************************************:
MAINLOOP                                            :メイン・プログラム
KEYINP          IN      A,P1                        :今回のＫＥＹ入力
                MOV     R0,#NOWSW                   :
                MOV     @R0,A                       :
                MOV     R1,#BEFSW                   :前回のＫＥＹ入力
                MOV     A,@R1                       :
                MOV     R2,A                        :
                MOV     A,@R0                       :
                XRL     A,R2                        :押し下げ検出
                ANL     A,R2                        :
                CPL     A                           :
                MOV     R2,A                        :
;----------------------------------------------------:
LABEL100        MOV     A,R2                        :表示切り替えスイッチ
                JB0     LABEL110                    :
                MOV     R0,#CHR_DECO                :０．．．青背景，文字＋縁どり
                INC     @R0                         :１．．．青背景，文字＋背景
                MOV     A,@R0                       :２．．．青背景，文字　のみ
                ADD     A,#248                      :３．．．青背景，文字　無し
                JNC     LABEL110                    :４．．．映像　，文字＋縁どり
                MOV     @R0,#00                     :５．．．映像　，文字＋背景
                                                    :６．．．映像　，文字　のみ
                                                    :７．．．映像　，文字　無し

LABEL110        MOV     A,R2                        :時刻合わせシフト・スイッチ
                JB2     LABEL120                    :
                MOV     R0,#BLK_POS                 :０．．．ブリンク無し
                INC     @R0                         :１．．．　１秒の桁
                MOV     A,@R0                       :２．．．１０秒の桁
                ADD     A,#250                      :３．．．　１分の桁
                JNC     LABEL120                    :４．．．１０分の桁
                MOV     @R0,#00                     :５．．．　　時の桁
LABEL120                                            :
                MOV     A,R2                        :時刻合わせアップ・スイッチ
                JB1     LABEL130                    :
                MOV     R0,#TIM_UP                  :０．．．変化無し
                MOV     @R0,#1                      :１．．．時刻＋１
LABEL130                                            :
                MOV     A,R2                        :文字サイズ切り替えスイッチ
                JB3     LABEL140                    :　　　　横　縦
                MOV     R0,#CHR_SIZE                :０．．．１＊１
                INC     @R0                         :１．．．１＊２
                MOV     A,@R0                       :２．．．２＊１
                ADD     A,#250                      :３．．．２＊２
                JNC     LABEL140                    :４．．．２＊３
                MOV     @R0,#00                     :５．．．２＊４
LABEL140                                            :
                MOV     A,R2                        :垂直表示位置下方向スイッチ
                JB4     LABEL150                    :　　　　　↓
                MOV     R0,#CHR_VPOS                :
                MOV     A,@R0                       :
                ADD     A,#1                        :
                MOV     R3,A                        :
                ADD     A,#240                      :
                JNC     LABEL141                    :
                MOV     A,#0                        :
                JMP     LABEL142                    :
LABEL141        MOV     A,R3                        :
LABEL142        MOV     @R0,A                       :
                                                    :
LABEL150                                            :
                MOV     A,R2                        :水平表示位置左方向スイッチ
                JB5     LABEL160                    :　　　　　←
                MOV     R0,#CHR_HPOS                :
                MOV     A,@R0                       :
                ADD     A,#255                      :
                MOV     R3,A                        :
                ADD     A,#1                        :
                JNC     LABEL151                    :
                MOV     A,#15                       :
                JMP     LABEL152                    :
LABEL151        MOV     A,R3                        :
LABEL152        MOV     @R0,A                       :
                                                    :
                        ⌇                           :
LABEL180                                            :
                                                    :
                MOV     R0,#BEFSW                   :ＳＷ値の格納
                MOV     R1,#NOWSW                   :
                MOV     A,@R1                       :
                MOV     @R0,A                       :
                                                    :
                MOV     R0,#TIM_UP                  :時刻合わせ
                MOV     A,@R0                       :
                JZ      LABEL190                    :
                MOV     @R0,#00                     :
                MOV     R0,#BLK_POS                 :
                MOV     A,@R0                       :
                JZ      LABEL190                    :
                MOV     R2,A                        :
                                                    :
                MOV     A,R2                        :１秒の桁を０にする
                ADD     A,#251                      :
                JNZ     LABEL181                    :
                MOV     R0,#SEC66                   :
                MOV     R1,#SEC1                    :
                MOV     @R0,#00                     :
                MOV     @R1,#00                     :
                JMP     LABEL190                    :
LABEL181        MOV     A,R2                        :１０秒の桁を＋１する
                ADD     A,#252                      :
                JNZ     LABEL182                    :
                MOV     R0,#SEC10                   :
                MOV     A,@R0                       :
                INC     A                           :
                ADD     A,#250                      :
                JC      LABEL1811                   :
                INC     @R0                         :
                JMP     LABEL1812                   :
LABEL1811       MOV     @R0,A                       :
LABEL1812                                           :
                JMP     LABEL190                    :
                        ⌇                           :
LABEL190                                            :
                JMP     OSDCCONT                    :
;****************************************************:
                ORG     200H                        :
;****************************************************:ＯＳＤＣコントロール
OSDCCONT                                            :
                IN      A,P2                        :ＣＨＩＰ ＳＥＬＥＣＴ
                ANL     A,#11101111B                :ＡＣＴＩＶＥ
                OUTL    P2,A                        :
;----------------------------------------------------:
                MOV     A,#80H                      :１０時の桁書き込み
                CALL    COMMAND                     :
                MOV     A,#00H                      :
                CALL    COMMAND                     :
                                                    :
                MOV     A,#88H                      :
                CALL    COMMAND                     :
                MOV     R0,#HOUR10                  :
                MOV     A,@R0                       :
                MOV     R2,#01H                     :
                CALL    BLINKSET                    :
                CALL    COMMAND                     :
                        ⌇                           :
                MOV     A,#80H                      :：の書き込み
                CALL    COMMAND                     :
                MOV     A,#02H                      :
                CALL    COMMAND                     :
```

〈リスト 2〉テレビ・タイム・インサータのコントロール・プログラム(アセンブラ・ソース・リスト)(つづき)

```
                MOV     A,#88H
                CALL    COMMAND
                MOV     A,#0CH
                CALL    COMMAND
                          ∫
                MOV     A,#90H                  ;水平表示開始位置書き込み
                CALL    COMMAND                 ;
                MOV     R0,#CHR_HPOS            ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#00H                  ;
                MOVP3   A,@A                    ;
                CALL    COMMAND                 ;
;---------------------------------------------;
                MOV     A,#98H                  ;垂直表示開始位置書き込み
                CALL    COMMAND                 ;
                MOV     R0,#CHR_VPOS            ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#10H                  ;
                MOVP3   A,@A                    ;
                CALL    COMMAND                 ;
;---------------------------------------------;
                MOV     A,#0A0H                 ;文字サイズ書き込み
                CALL    COMMAND                 ;
                MOV     R0,#CHR_SIZE            ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#20H                  ;
                MOVP3   A,@A                    ;
                CALL    COMMAND                 ;
;---------------------------------------------;
                MOV     A,#0A8H                 ;文字飾り書き込み
                CALL    COMMAND                 ;
                MOV     R0,#CHR_DECO            ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#30H                  ;
                MOVP3   A,@A                    ;
                CALL    COMMAND                 ;
;---------------------------------------------;
                IN      A,P2                    ;CHIP SELECT
                ORL     A,#00010000B            ;NON ACTIVE
                OUTL    P2,A                    ;
                                                ;
                JMP     MAINLOOP                ;
;*********************************************;
                ORG     300H                    ;
;*********************************************;データ・テーブル
CHARACTER_HLIZON_POSITION                       ;
                                                ;
                DEFB    INIHPOS                 ;
                DEFB    INIHPOS+4               ;
                DEFB    INIHPOS+8               ;
                DEFB    INIHPOS+12              ;
                          ∫
CHARACTER_VERTICAL_POSITION                     ;
                                                ;
                ORG     310H                    ;
                                                ;
                DEFB    INIVPOS                 ;
                DEFB    INIVPOS+3               ;
                DEFB    INIVPOS+6               ;
                DEFB    INIVPOS+10              ;
                          ∫
CHARACTER_SIZE                                  ;
                ORG     320H                    ;
                                                ;
                DEFB    00000000B               ;2T*2T
                DEFB    00000100B               ;4T*2T
                DEFB    00000001B               ;2T*4T
                DEFB    00000101B               ;4T*4T
                                                ;
                DEFB    00001001B               ;6T*4T
                DEFB    00001101B               ;8T*4T
                DEFB    00000000B               ;
                DEFB    00000000B               ;
                                                ;
CHARACTER_DECORATION                            ;
                                                ;
                ORG     330H                    ;
                                                ;
                DEFB    01111011B               ;青背景, 文字+縁どり
                DEFB    01111111B               ;青背景, 文字+背景
                DEFB    01111101B               ;青背景, 文字  のみ
                DEFB    01111100B               ;青背景, 文字  無し
                                                ;
                DEFB    00101011B               ;映像  , 文字+縁どり
                DEFB    00101111B               ;映像  , 文字+背景
                DEFB    00101101B               ;映像  , 文字  のみ
                DEFB    00101100B               ;映像  , 文字  無し
;*********************************************;
                ORG     400H                    ;
;*********************************************;サブルーチン
BLINKSET                                        ;ブリンク・データ・セット
;               A....DATA(IN)                   ;
;               R0...WORK                       ;
;               R2...MASKDATA(IN)               ;
;               R3...WORK                       ;
;               A....DATA(OUT)                  ;
                                                ;
                MOV     R0,#BLK_POS             ;
                MOV     R3,A                    ;
                MOV     A,@R0                   ;
                CPL     A                       ;
                INC     A                       ;
                ADD     A,R2                    ;
                JNZ     LABEL4001               ;
                MOV     A,R3                    ;
                ORL     A,#01000000B            ;
                JMP     LABEL4002               ;
LABEL4001       MOV     A,R3                    ;
                ANL     A,#10111111B            ;
LABEL4002       RET                             ;
                                                ;
;---------------------------------------------;
```

```
COMMAND                                         ;パラレル→シリアル変換
;               A....DATA(IN)                   ;シリアル・データ出力
;               A....WORK                       ;
;               R2...WORK                       ;
;               R3...WORK                       ;
                                                ;
                MOV     R2,A                    ;
                JB0     LABEL4101               ;
                IN      A,P2                    ;
                ANL     A,#10111111B            ;
                OUTL    P2,A                    ;
                JMP     LABEL4102               ;
LABEL4101       IN      A,P2                    ;
                ORL     A,#01000000B            ;
                OUTL    P2,A                    ;
LABEL4102       CALL    CLOCKPULSE              ;
                          ∫                     ;
CLOCKPULSE                                      ;シリアル・クロック出力
                                                ;
;               A....WORK                       ;
;               R3...WORK                       ;
                                                ;
                IN      A,P2                    ;
                ANL     A,#11011111B            ;
                OUTL    P2,A                    ;
                ORL     A,#00100000B            ;
                OUTL    P2,A                    ;
                ANL     A,#11011111B            ;
                OUTL    P2,A                    ;
                RET                             ;
;*********************************************;
                ORG     700H                    ;
;*********************************************;タイマ割り込みルーチン
TMINT           DIS     TCNTI                   ;割り込み禁止
                MOV     R7,A                    ;PUSH  A
                SEL     RB1                     ;レジスタの退避
;---------------------------------------------;
                MOV     A,#COUNTERSET           ;イベント・タイマ再セット
                MOV     T,A                     ;
;---------------------------------------------;
                MOV     R0,#SEC66               ;時計ミリ秒メンテナンス
                INC     @R0                     ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#190                  ;(256-66=190)
                JNC     LABEL704                ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#190                  ;
                MOV     @R0,A                   ;
                MOV     R0,#SEC1                ;
                INC     @R0                     ;
LABEL700                                        ;
;---------------------------------------------;
                MOV     R0,#SEC1                ;時計1秒メンテナンス
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#246                  ;(256-10=246)
                JNC     LABEL704                ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#246                  ;
                MOV     @R0,A                   ;
                MOV     R0,#SEC10               ;
                INC     @R0                     ;
LABEL701                                        ;
                          ∫                     ;
LABEL703                                        ;
;---------------------------------------------;
                MOV     R0,#MIN10               ;時計10分メンテナンス
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#250                  ;(256-6=250)
                JNC     LABEL704                ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#250                  ;
                MOV     @R0,A                   ;
                                                ;
                MOV     R0,#HOUR1               ;
                INC     @R0                     ;
LABEL704                                        ;
;---------------------------------------------;
                MOV     R0,#HOUR1               ;時計1時メンテナンス
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#246                  ;(256-10=246)
                JNC     LABEL705                ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#246                  ;
                MOV     @R0,A                   ;
                MOV     R0,#HOUR10              ;
                INC     @R0                     ;
LABEL705                                        ;
;---------------------------------------------;
                MOV     R0,#HOUR10              ;24時以上判断
                MOV     R1,#HOUR1               ;
                MOV     A,@R0                   ;
                ADD     A,#253                  ;(30時以上)
                JC      LABEL706                ;
                                                ;
                MOV     A,@R0                   ;(24時~29時)
                ADD     A,#254                  ;
                JNC     LABEL707                ;
                MOV     A,@R1                   ;
                ADD     A,#252                  ;
                JNC     LABEL707                ;
LABEL706                                        ;
                MOV     @R0,#00                 ;24時以上だと0にする
                MOV     @R1,#00                 ;
LABEL707                                        ;
;---------------------------------------------;
                SEL     RB0                     ;レジスタの復帰
                MOV     A,R7                    ;PUSH  A
                EN      TCNTI                   ;割り込み許可
                RETR                            ;割り込みからの復帰
;*********************************************;
                ORG     7D0H                    ;
;*********************************************;
EXINT                                           ;外部割り込みルーチン
                RETR                            ;割り込みからの復帰
                          ∫                     ;
;---------------------------------------------;
                END                             ;
```

ネガ・ポジ反転とは

● ネガ・ポジ反転の効果

写真のフィルムのことをネガともいいます．これに対してプリントのことをポジということもあります．

写真のフィルムとプリントでは，明暗部と色相が反転していることに気づくと思います．ここでは，ビデオ信号をフィルムとプリントの関係のようにネガからポジへ，ポジからネガへ変換してしまうビデオ・エフェクタを製作します．

このエフェクタを通すとテレビ画面の明るい部分は暗く，暗い部分は明るく変化します．また，色は補色へと変わります．すなわち赤はシアンへ，黄は青へと変化します．

● システム構成

図1に製作したネガ・ポジ反転器の回路図を，図2にブロック図を示します．

入力されたビデオ信号は初段のバッファ・トランジスタのエミッタ，コレクタから非反転，反転の各信号をとり出します．

コレクタからとり出した信号が，今回目的とするネガ信号となるわけです．双方の信号はクランプ回路により直流再生を行い，アナログ・スイッチIC 4053に入力します．

このICの切り替え信号にはブランキング・パルス(TV画面で映像として現れない部分を示す信号)を用います．これは同期信号部分は非反転のままで送らないと，テレビ側で同期がとれないためです．

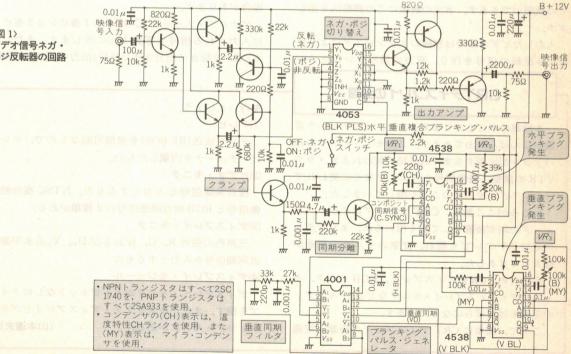
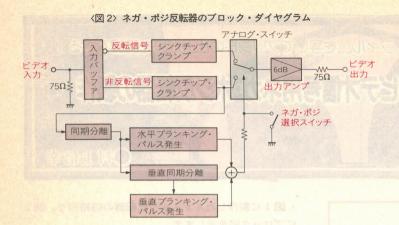
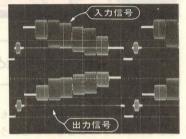
アナログ・スイッチICの出力は約6dB増幅され，75Ωのインタピーダンス・マッチングでビデオ信号出力になります．

〈図1〉ビデオ信号ネガ・ポジ反転器の回路

〈図2〉ネガ・ポジ反転器のブロック・ダイヤグラム

非反転(4053 2番ピン)

反転(4053 1ピン)

(a) 反転および非反転のビデオ信号

(b) 入力と出力の信号の比較(ネガ・ポジ・スイッチ:ネガ)

〈写真1〉信号反転のようす(0.5 V/div, Hレート

ブランキング信号は，ビデオ信号の中から同期信号を抜き取り，水平垂直のブランキング信号を発生させ，アナログ・スイッチICの切り替えに使用します．タイミングの発生にはモノステーブル・マルチバイブレータの4538を2個使用しました．

また，同期信号の波形整形と水平垂直ブランキング信号のミックスに4001を使用しています．

回路の製作と調整

●各部の説明と調整

ではもう少し詳しく各部の信号波形などを用いて回路を説明します．また，3個の可変抵抗器 VR_1～VR_3 の調整は，オシロスコープがあるとよいのですが，もし用意できない場合でもテレビ画面を見ながらおおよその調整ができます．本文の最後にこの調整法を示します．

入力したビデオ信号は初段のトランジスタにより反転，非反転の信号を作り，双方の信号をシンクチップ・クランプ(同期信号の底を一定レベルに固定)して直流再生します．このとき反転信号のほうのレベルを少し落としてあるのは，入力される信号レベルが多少過大になった場合でも対応できるようにしたためです．

VTRなどからの再生信号には，過大なオーバシュートを発生しているものがあり，ネガ・ポジ反転させた場合にテレビ側で同期信号とまちがえて同期を乱す場合があります．

アナログ・スイッチIC 4053の1番ピンと2番ピンに入力される信号を写真1(a)に示します．また，ネガ・ポジ反転させ出力させた信号(出力を75Ωで終端)

CRTディスプレイの分類

本特集の中にもありますように，モニタという言葉がひんぱんに出てきます．このモニタというのは，パソコンが出現するまで放送局で使われるカメラやVTRの調整，映像信号のチェックなどに使われていたマスタ・モニタのことを指していました．

ところがここ数年，CRTディスプレイがコンピュータの端末装置として広く用いられ，またビデオ対応のAVテレビも現れ，従来のモニタの用途が拡大してきました．

そのため，CRTディスプレイ，RGBモニタ，キャラクタ・ディスプレイ・モニタなどと，「モニタ」の定義もばらばらになっています．

ここで，簡単にCRTディスプレイの分類・定義を行いましょう．

(1)テレビ

テレビ放送(RF信号)を受信可能なもので，テレビ・チューナを内蔵したもの．

(2)ビデオ・モニタ

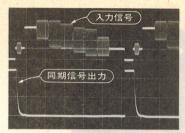
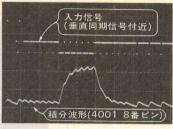
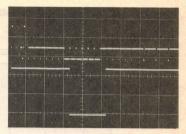
複合映像信号を入力とするもの．NTSC複合映像信号とRGB複合映像信号の2種類がある．

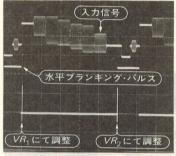
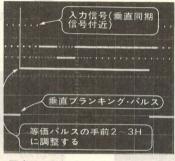
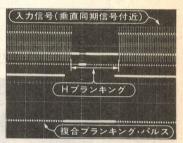
(3)ディスプレイ・モニタ

三原色の信号R，G，Bおよび H_D，V_D の水平垂直同期信号を入力とするもの

(4)ディスプレイ・モジュール

ディスプレイ・モニタのキャビネットなしのタイプを指す．また，キャラクタ・ディスプレイとグラフィック・モニタがある．

(山本達夫)

〈写真2〉 同期分離した波形(4538の4番ピン, 5 V/div, Hレート)

(a) 積分波形

(b) 波形整形後

〈写真3〉 同期信号の*CR*積分(4001の10番ピン, 5 V/div, 100 μs/div)

〈写真4〉 水平ブランキング・パルス(4001の13番ピン, 5 V/div, Hレート)

〈写真5〉 垂直ブランキング・パルス(4001の12番ピン, 5 V/div, 200 μs/div)

〈写真6〉 複合ブランキング・パルス(4001の11番ピン, 5 V/div, 500 μs)

を**写真1**(b)に示します.

出力アンプ部は, ビデオ信号を規定のレベルで出力するために6 dBアンプして出力します.

● **同期信号の処理**

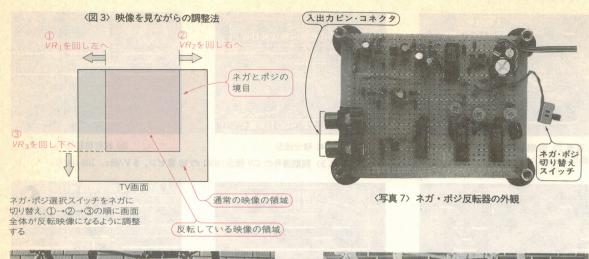
ブランキング・パルス信号を得るために, この回路では3個のゲートICと2個のトランジスタによるシンク・セパレート(同期分離)回路を使用しています.

まず非反転信号をエミッタ・フォロワで受け, *CR*微分とトランジスタにより同期信号だけを抜き取ります(**写真2**).

この同期信号をNORゲート4001を使用して波形成形と垂直同期信号の抜き取りを行います.

垂直同期信号の抜き取りは, 同期信号を*CR*積分して行います. **写真3**(a)に積分波形を, **写真3**(b)に波形成形された波形をそれぞれ示します.

つぎに同期信号から水平ブランキング・パルスを作ります. モノステーブル・マルチバイブレータIC 4538により, 同期信号の前エッジでトリガをかけ, さらに発生したパルスの後エッジによりトリガする方法により, 水平のブランキング・パルスを作ります.

〈写真7〉ネガ・ポジ反転器の外観

(a) もとの映像

(b) 反転した映像

〈写真8〉ネガ・ポジ反転のようす

このとき垂直同期付近では波形が乱れますが，気にする必要はありません．

写真4を見てください．調整用 VR_1により水平ブランキング・パルスの立ち下がりエッジ・ポイントを，VR_2により立ち上がりポイントを調整します．この2ポイントの間が映像区間(約51 μs)になります．

垂直ブランキング・パルスのほうも同じように4538により2段階のパルスを発生させ，**写真5**のようなパルスを作っています．VR_3を調整して，パルスの立ち上がりエッジが等価パルスの2〜3H分手前にくるようにします．

でき上がった二つのブランキング・パルスは，NORゲートICの4001によりミックスし，複合ブランキング・パルスとしてアナログ・スイッチの切り替えに使用します(**写真6**)．

試作した基板の外観を**写真7**に示します．

● オシロスコープなしでの調整

オシロスコープを使用しなくても調整できる方法を説明します．まず，回路図どおり正しく製作されていることを確認し，ネガ・ポジ・スイッチをポジ側(グラウンドとショートする側)にして入出力ビデオ信号と電源を接続します．入力するビデオ信号はテレビ放送の信号を使用します．

まず，テレビ画面に映像が正しく映し出されることを確認します．

つぎに3個の可変抵抗器をとりあえず，VR_1は抵抗値が最大になる方向，VR_2は最小になる方向，VR_3は最小になる方向に仮調整します．この状態でネガ・ポジ切り替えスイッチをネガ側に切り替えます．すると，**図3**のように中央部分だけがネガ映像になります．

ここで VR_1を少しずつ回して，左の横の境目が画面左端から見えなくなるところにセットします．

つぎに同様にして VR_2を少しずつ回して右の横の境目が見えなくなるようにセットします．最後に VR_3を少しずつ回して縦の境目が画面下部の見えなくなるところにセットします．これで調整完了です．ここで，各可変抵抗器を回しすぎるとテレビの同期を乱すので注意が必要です．

写真8にネガ・ポジ反転のサンプル映像を示します．

家庭用の標準的なVTRなどのビデオ機器はほぼ各家庭にいきわたり，さらに画質の良好なレーザーディスクやS-VHSタイプのVTRも多くの家庭に普及しつつあります．

技術者の方のなかには，EDTV(クリアビジョン)やHDTV(ハイビジョン)とその関連技術の開発に携わっている人も多いことでしょう．

いっぽう，アマチュアの方でも，テレビやVTRなどのビデオ信号をのぞき見する機会も多くなってきたのではないかと思われます．しかしアマチュアの手のとどく範囲でのビデオ信号の観察は，やはりオシロスコープどまりということになります．

また，ディジタル・オシロスコープも驚くべきスピードで安価になってきてはいますが，価格と性能はそこそこ比例しているようで，手の届きそうな範囲のものでビデオ信号を観測しようとすると，サンプリング・スピード，メモリの容量，とりわけ分解能には不満の残るところです．

「やっぱりビデオ信号を見るのはアナログ・オシロスコープでなくては…」と感じている方は，筆者に限らず多いことと思います．そして，ここでいつも不自由を感じることが，特定の水平ライン(走査線)を抜き出して観測できないことです．

もちろんこのような機能をもっている市販のオシロスコープもありますが，やはり個人レベルで入手できる金額ではありません．

〈図1〉ライン・セレクタの接続

ビデオ信号源
カメラ
テレビ
VTR
レーザ・ディスクなど
NTSCコンポジット・ビデオ信号
入力
スルー出力
トリガ出力
ライン・セレクタ
トリガ信号入力
(75Ω)
信号入力
(75Ω)
オシロスコープ

たいていの場合は，垂直同期信号でトリガをかけ，遅延掃引のモードで所望の水平ラインを捜しながら観測することになるわけです．

1，2，3…19，20，…とラインを数えていくうちに指が足りなくなり，始めからやり直しというのが毎度のことのようです．

そこで，スイッチで設定した値の水平ラインに直接トリガをかけることにより，目的のラインがそのままオシロスコープで観測できるライン・セレクタを製作しました．

今回製作した装置では極端に機能をしぼり，誰もが容易に製作できることを心がけました．

ビデオ・ライン・セレクタのハードウェア

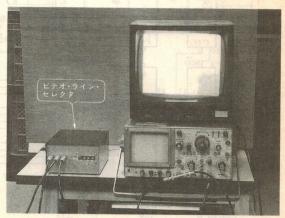
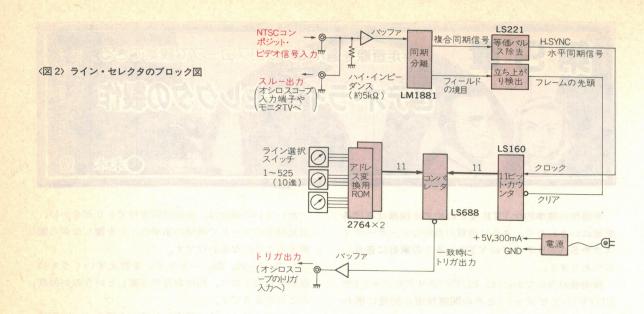
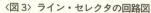
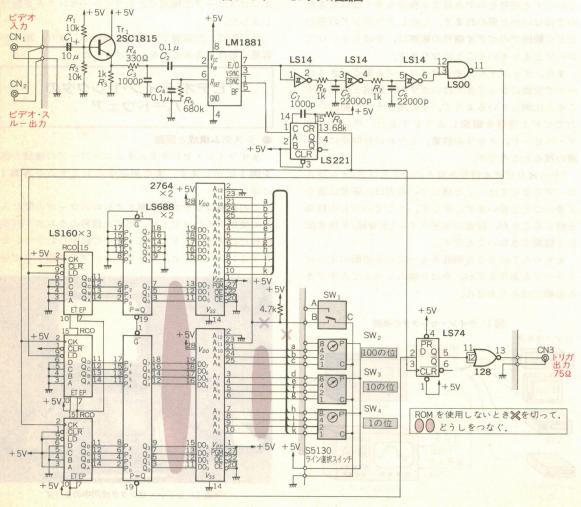
● システム構成と回路

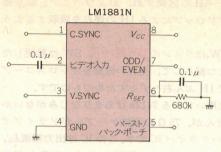
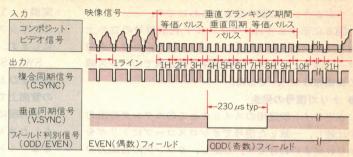
まずライン・セレクタとオシロスコープの接続方法を図1に示します．また測定中のシステムを**写真1**に示します．

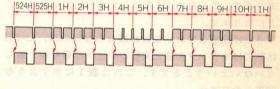
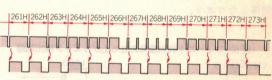
この装置はビデオ信号源とオシロスコープの間に入れて使用するわけですが，ビデオ信号のうち水平同期信号だけをカウントし，スイッチで設定したラインのタイミングになると，オシロスコープの外部トリガ用

〈写真1〉ライン・セレクタ使用中のようす

〈図2〉ライン・セレクタのブロック図

〈図3〉ライン・セレクタの回路図

〈図4〉[1] ビデオ同期分離用IC LM1881

(a) ピン配置

(b) 入出力タイムチャート

〈図5〉
等価パルス除去回路(LS221)の入出力タイムチャート

の信号を発生させます．これにより観察したいライン，たとえば文字多重信号ののっている10〜21H(10番目のラインから21番目のライン．偶数フィールドでは273〜284H)なども簡単に選択することができます．

ライン・セレクタのブロック構成を図2に，回路図を図3に示します．使用IC 13個，トランジスタ1個，*CR* 20個程度，スイッチ4個という比較的少量の部品で構成することができました．またスイッチの値と実際の水平ラインが多少ずれてしまうのを気にしなければ，アドレス変換用ROM 2個を省略することができます．

● 同期分離の方法

まず，ビデオのコンポジット・ビデオ信号(通常は75Ω終端時で1 V_{p-p})から同期信号を分離しなくてはなりません．ほかの装置と並列接続することを考えて，入力インピーダンスは高く設定しておきます(約5 kΩ)．

つぎにTr_1のエミッタ・フォロワで，信号のインピーダンスを低くしてC_3とR_4の簡単なローパス・フィルタを通し，サブキャリアおよびノイズをカットしたのち，同期分離用のIC LM1881(ナショナルセミコンダクター社)に入力します．

図4にLM1881のピン配置と入出力タイミングを示します．このICは+5〜+12V電源で使用でき，図(a)に示すように，入力したコンポジット・ビデオ信号から，複合同期信号(C.SYNC)，垂直同期信号(V.SYNC)，フィールド判別信号(ODD/EVEN)を分離出力する非常に便利なICです．

またこのICは，工業用カメラの出力などのように，垂直同期信号期間中に等価パルス(切れ込み)のない映像信号からでも，正確に垂直同期信号を再生することができます．

● 水平同期信号の検出とカウント

LM1881のC.SYNC出力には等価パルスが入っているので，この数をそのままカウントしたのでは正確なラインを選べません．今回はモノステーブル・マルチバイブレータ(LS221)の時定数を2/3H幅(約40 μs)として，等価パルスの立ち上がりエッジを除去しています．

図5にLS221の入出力波形を示します．この回路により水平同期信号だけを抽出し，三つのカウンタIC LS160でカウントします．

● フィールドの判別とカウントの開始

NTSC信号のライン(水平走査線)の本数は525本(1〜525H)あり，奇数フィールド(第1，第3)が1〜262Hの前半，偶数フィールド(第2，第4)が262Hの後半〜525Hとなっています．LM1881のフィールド判別信号は垂直同期信号の再生点で変化しますので4Hの中央で立ち上がり，267Hの先頭で立ち下がります．

本来なら奇数フィールドの先頭でカウント値を“1”にしたいのですが，前記のタイミングを考えあわせて，フィールド判別信号の立ち上がりでカウンタに“5”をロードするようにしました．

LS160は同期ロードですので5Hの先頭で，設定データがカウンタに読み込まれるわけです．

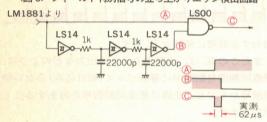
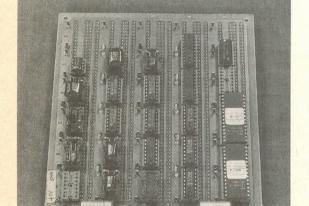
図6に示すように，フィールド判別信号の立ち上がりエッジより約1H幅のパルスを作り，カウンタのロード信号とします．回路図中の時定数でのパルス幅の実測値は62 μsでした．

● トリガ信号の発生

水平ライン設定用のスイッチとこのカウンタの出力を比較し，一致した信号でオシロスコープにトリガをかければよいわけです．しかし，カウンタの各出力のばらつきによるコンパレータの出力の“ヒゲ”を取り除くために，出力にフリップフロップLS74を入れてあります．このため1Hだけトリガの出力は遅れることになります．

さらに注意しておかなければならないのは，1〜5H区間ではカウンタの値と実際のラインの番号が一致していないということです．これは表1に示すような関係となります．

〈図6〉フィールド判別信号の立ち上がりエッジ検出回路

〈表1〉実際のライン(走査線)とカウンタの値の関係

実際のHの値	524	525	1	2	3	4	5
カウンタ(LS160)の値	524	525	526	527	528	529	5
	一致		不一致				一致

そこでSW_1〜SW_4の値をROM(2764×2)を用いて変換し，1〜5Hの区間ずれ，および“ヒゲ”取り用のフリップフロップによる1Hの遅れを吸収するようにします．

SW_2〜SW_4はラインの番号設定用，SW_1は設定した番号をひとつ減らして，見たい波形をオシロスコープの管面上で1Hぶん右へずらすためのものです．

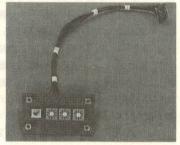
出力段に用いている74128はあまりなじみがないかもしれませんが，75 Ωの同軸ケーブルがドライブできるライン・ドライバICです．このICは出力電流I_{OL}，I_{OH}とも40 mA以上あり，同軸ケーブルの先を75 Ω(50 Ω)で終端しても，TTLレベルの振幅がとれるICです．

● 製作について

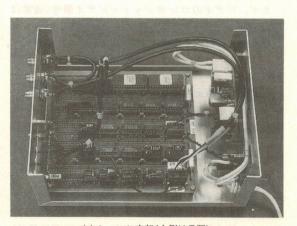
完成した基板およびシャーシを写真2(a)〜(c)に示します．基板には155 mm×140 mmのベタ・アース型のユニバーサル基板を用いました．SW_2〜SW_4はロータリ・スイッチで，2進コードが出力されるものです(フジソク製S5130)．

前にも述べましたが，ライン番号の補正をしない場合は，図3中の二つの2764を取り除き，対応するアドレス線とデータ線を結びます．

下側の2764のA_8〜A_{10}は上側の2764のDO_0〜DO_2

(a) ライン・セレクタ基板

(b) スイッチ基板

(c) シャーシ内部(右側は電源)

〈写真2〉ライン・セレクタの製作のようす

につなぎます．ただしこのとき，選択スイッチの設定には表1のずれと，LS160およびLS74による2Hの遅れを考慮する必要があります．

電源は手持ちのものを使用しましたが，実測で5V 300mAの消費電流でしたので，このクラスの電源が必要です．またライン(水平走査線)の番号を設定するスイッチは，現在小さすぎて多少使いづらく感じていますので，もう少し大きめのスイッチを使用したほうがよいと思います．

ROMデータの書き込み

● ライン番号の変換データ

つぎにROMに書き込む変換データを表2に示します．

ここで入力(アドレス)は，使用したスイッチがBCD入力のものなのでBCD値です．

同様に，出力(データ)も使用したカウンタがBCDカウンタなのでBCD値となっています．ROMの出力は11ビット必要なので，2764を2個使用し，上位3ビットと下位8ビットをそれぞれ受けもたせています．

● ROMデータの作成

ROMへのデータ書き込みは，パソコン(PC9801)により行いました．

ROMのデータを作成するプログラムをリスト1に示します．使用環境は640KバイトRAM＋MS-DOS＋MS-DOS版N88BASICインタプリタですが，メモリが640Kバイト以下でも，リスト中のCLEAR文とBSAVE文およびDEFSEG文のパラメータを変更すれば使用できます．

このBASICプログラムを実行すると，

ビデオ関連用語解説

CRT：Cathode Ray Tube．ブラウン管．

EIAJ：Electronic Industries Association of Japan．日本電子機械工業会

FCC：Federal Communication Commission

EIA：Electronic Industries Association．米国電子機械工業会．規格番号はRS(Recommeded Standards)の記号と3桁の数字で表す．

CIE：Commision Internationale de l'Echairage→International Commission on Illumination，国際照明委員会．

IRE：Institute of Radio Engineers．
現在はIEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)の下にある．

NTSC：National Television System Committee．日本，米国などが採用しているカラー信号方式．

PAL：Phase Alternating by Line．英国やドイツの一部で採用しているカラー信号方式．

SECAM：Sequential Memoire Color Television System．仏国やソ連などで採用しているカラー信号方式．

RF：Redio Frequency．搬送波に使用する高周波

RGB：Red，Green，Blue，色の三原色．

CCIR：Comité Consultatif International des Radio-Communications→International Radio Consultative Committee．国際無線通信諮問委員会．

TBC：Time Base Corrector．タイム・ベース・コレクタ．水平同期がズレないようにするための装置．ダビング時に効果を発揮する．

アナログ・スイッチ：半導体を使用したアナログ信号を“入”，“切”するスイッチ

位相ひずみ：ノイズやフィルタなどの影響で位相が狂うこと

ウエイト：メモリなどをアクセスしている途中のCPUを一時停止させること．CPUとCRTCからのアクセスが重なったときにCRTCを優先させるため，CPUをアクセスの途中で停止させることが必要になる．

仮想スクリーン：CRTに映し出されている画面(実スクリーン)とは別の大きさをもった，文字などのデータが書かれた画面．

コンポジット：輝度信号と垂直，水平の同期信号が合成された信号．カラーの場合はさらに色信号が位相変調されて合成される

色差信号：R−Y，B−Y信号

輝度信号：ビデオ信号のうち，白黒の信号．Y信号

チューナ：テレビ回路では高周波増幅と所定の中間周波数に変換する回路

トラッキング：単一調整．

トラップ：不要な周波数だけを減衰させる回路

パターン・ジェネレータ：カラー・バー・クロス・ハッチ信号などを発生する試験信号発生器．

搬送色信号：色副搬送波で色差信号を平衡変調した信号．

ブランキング信号：画面が光らないようにカソードをカットオフさせる信号．

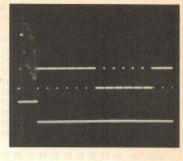
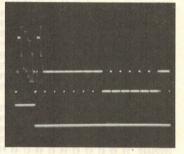
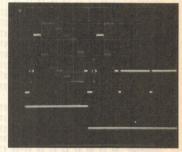
〈表2〉ライン番号変換用ROMの入力(アドレス)と出力(データ)の関係(無効なデータにはすべて$FFを書き込む)

入力(アドレス)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	……	522	523	524	525	そのほか
出力(データ)	SW_1 : B (A_{11}=0)	$FF	524	525	526	527	528	529	5	6	7	8	9	……	520	521	522	523	$FF
	SW_1 : A (A_{11}=1)	$FF	525	526	527	528	529	5	6	7	8	9	10	……	521	522	523	524	$FF

〈リスト1〉ROMデータ生成用プログラム(MS-DOS版 N_{88} BASIC)

```
1000 '*****************************************************
1010 '*
1020 '*   NTSC LINE SELECTER
1030 '*   HENKAN ROM DATA SAKUSEI PROGRAM  Ver 1.10
1040 '*   1989.02.01  BY YUTAKA SUEKI
1050 '*   BY YUTAKA SUEKI
1060 '*
1070 '*****************************************************
1080 '
1090 'REQUIRE SYSTEM --> PC9801 WITH 640KBYTE MEMORY
1100 'GENERATE FILE  --> SELECT1.BIN ( UPPER 3BIT )
1110 '               --> SELECT2.BIN ( LOWER 8BIT )
1120 'DATA EARIA     --> &H90000~&H9FFFF
1130 '
1140 '---------- PC9801 INITIAL
1150 '
1160 CLEAR   &H1000,,,
1170 DEF SEG=&H9000
1180 '
1190 '---------- INITIAL
1200 '
1210 CLS 3
1220 CONSOLE 0,25,1,1
1230 '
1240 '---------- START TIME
1250 '
1260 LOCATE 0,0:PRINT "START TIME = ";TIME$
1270 '
1280 '---------- MEMORY CLEAR ( SET "FF" )
1290 '
1300 LOCATE 0,1:PRINT "NOW MEMORY CLEAR"
1310 '
1320 FOR I= &H0 TO &H3FFF
1330     POKE I          ,&HFF
1340 NEXT I
1350 '
1360 '---------- ROM DATA (-2),(UPPER & LOWER)
1370 '
1380 FOR I=5 TO 525
1390 '
1400     BCDDUMMY=I
1410     GOSUB *BCDTOHEX
1420     ADDRESS = DUMMY
1430 '
1440     BCDDUMMY = I-2
1450     GOSUB *BCDTOHEX
1460     DATA0  = DUMMY
1470     DATA1  = DATA0  ¥  &H100
1480     DATA2  = DATA0 MOD &H100
1490 '
1500     POKE ADDRESS          ,DATA2    'LOWER 8BIT
1510     POKE ADDRESS+&H2000,DATA1    'UPPER 3BIT
1520 '
1530     LOCATE 0,3:PRINT "ADDRESS=&H";HEX$(ADDRESS)
1540     LOCATE 0,4:PRINT "DATA2   =&H";HEX$(DATA2  )
1550     LOCATE 0,5:PRINT "DATA1   =&H";HEX$(DATA1  )
1560 NEXT I
1570 '
1580 '---------( 1~6 --> 524~529 )
1590 '
1600 'LOWER 8BIT
1610 '
1620 POKE &H1,&H24
1630 POKE &H2,&H25
1640 POKE &H3,&H26
1650 POKE &H4,&H27
1660 POKE &H5,&H28
1670 POKE &H6,&H29
1680 '
1690 'UPPER 3BIT
1700 '
1710 POKE &H1+&H2000,&H5
1720 POKE &H2+&H2000,&H5
1730 POKE &H3+&H2000,&H5
1740 POKE &H4+&H2000,&H5
1750 POKE &H5+&H2000,&H5
1760 POKE &H6+&H2000,&H5
1770 '
1780 '---------- ROM DATA (-1),(UPPER & LOWER)
1790 '
1800 FOR I=5 TO 525
1810 '
1820     BCDDUMMY=I
1830     GOSUB *BCDTOHEX
1840     ADDRESS=DUMMY
1850 '
1860     BCDDUMMY=I-1
1870     GOSUB *BCDTOHEX
1880     DATA0  =DUMMY
1890     DATA1  =DATA0  ¥  &H100
1900     DATA2  =DATA0 MOD &H100
1910 '
1920     POKE ADDRESS+&H800 ,DATA2     'LOWER 8BIT
1930     POKE ADDRESS+&H2800,DATA1     'UPPER 3BIT
1940 '
1950     LOCATE 0,7:PRINT "ADDRESS=&H";HEX$(ADDRESS)
1960     LOCATE 0,8:PRINT "DATA2   =&H";HEX$(DATA2  )
1970     LOCATE 0,9:PRINT "DATA1   =&H";HEX$(DATA1  )
1980 NEXT I
1990 '
2000 '---------- ( 1~5 --> 525~529 )
2010 '
2020 POKE &H1+&H800,&H25
2030 POKE &H2+&H800,&H26
2040 POKE &H3+&H800,&H27
2050 POKE &H4+&H800,&H28
2060 POKE &H5+&H800,&H29
2070 '
2080 POKE &H1+&H2800,&H5
2090 POKE &H2+&H2800,&H5
2100 POKE &H3+&H2800,&H5
2110 POKE &H4+&H2800,&H5
2120 POKE &H5+&H2800,&H5
2130 '
2140 '---------- DATA SAVE ( MEMORY TO FDD )
2150 '
2160 BSAVE "SELECT1.BIN",&H0    ,&H2000
2170 BSAVE "SELECT2.BIN",&H2000,&H2000
2180 '
2190 '---------- END TIME
2200 '
2210  LOCATE 0,11:PRINT "END TIME = ";TIME$
2220 '
2230 '----------
2240 '
2250 END
2260 '
2270 '---------- SUB LOOTIN
2280 *BCDTOHEX
2290 HYAKUNOKETA
= BCDDUMMY ¥ 100
2300 JYUUNOKETA
= (BCDDUMMY-HYAKUNOKETA*100) ¥ 10
2310 ICHINOKETA
= (BCDDUMMY-HYAKUNOKETA*100-JYUUNOKETA*10)
2320 DUMMY
= HYAKUNOKETA*&H100 + JYUUNOKETA*&H10 + ICHINOKETA
2330 RETURN
```

(a) カラー・バーの境目
(0.2 V/div, 13 μs/div)

(b) 奇数フィールドの垂直同期信号(偶数フィールドの終わり, SW：525, 0.2 V/div, 約 70 μs/div)

(c) 偶数フィールドの垂直同期信号(奇数フィールドの終わり, SW：262, 0.2 V/div, 約 70 μs/div)

(d) 奇数フィールドの終了するライン[(c)の拡大, SW：262, 0.2 V/div, 16 μ/div)

〈写真 3〉 ライン・セレクタによるビデオ信号観測

SELECT1.BIN と SELECT 2.BIN という二つのファイルが生成されますので，これを ROM ライタに転送して ROM に書き込みます．

データ生成のしくみは，まずパソコン上のメモリ・エリアを CLEAR 文で確保したのち，このエリアに $FF をセットします($FF でクリアする)．

つぎに所定のアドレスにデータを書き込んでいくわけですが，このときに HEX から BCD への変更をしなくてはなりません．この計算はサブルーチンの＊HEXTOBCD の部分で行っています．

データは ROM エリアのうち A_{11} が "0" の部分にはアドレス値−2，A_{11} が "1" の部分にはアドレス値−1 の値が書き込まれます．そして 1〜5H(または 6H)の部分のデータが前のデータの上に書き込まれるとデータ生成は終了です．

最後にデータを書き込んだメモリ・エリアがフロッピ・ディスクに書き込まれ，プログラムが終了します．

リスト 2 (a)，(b)に ROM データのダンプ・リストを示します．BASIC のプログラムを利用できない人や，直接 ROM ライタで書き込む人はこちらを利用してください．

ビデオ信号の観測

ROMデータの頒布について

このビデオ・ライン・セレクタの ROM データ入りフロッピ・ディスクおよび書き込み済み EPROM(2 個一組)を頒布します．

フロッピ・ディスクは MS-DOS 用 5.25 インチ 2DD で，内容は，

① LINESEL. BAS
② SELECT1. BIN
③ SELECT2. BIN
④ SELECT1. HEX
⑤ SELECT2. HEX

です．①は本文**リスト 1**，②と③はそれぞれ**リスト 2** (a)，(b)に掲載したもの，④と⑤は②と③のインテル HEX 型式のファイルです．

価格はフロッピ・ディスクが 3,000 円，EPROM (2 個)が 4,000 円です．ご希望の方は，返信用封筒を同封のうえ，下記の宛先までお送りください．現金は送らないでください．なお，整理の都合上締め切りは 1993 年 12 月 31 日とさせていただきます．

■宛先■

〒170 東京都豊島区巣鴨 1-14-2
CQ 出版社
トランジスタ技術 SPECIAL　編集部
No. 31　第 9 章係

〈リスト 2(a)〉 下位 8 ビットの ROM 書き込みデータ(掲載以外のアドレスのデータはすべて$FF)

```
00000000  FF 24 25 26 27 28 29 05-06 07 FF FF FF FF FF FF
00000010  08 09 10 11 12 13 14 15-16 17 FF FF FF FF FF FF
00000020  18 19 20 21 22 23 24 25-26 27 FF FF FF FF FF FF
00000030  28 29 30 31 32 33 34 35-36 37 FF FF FF FF FF FF
00000040  38 39 40 41 42 43 44 45-46 47 FF FF FF FF FF FF
00000050  48 49 50 51 52 53 54 55-56 57 FF FF FF FF FF FF
00000060  58 59 60 61 62 63 64 65-66 67 FF FF FF FF FF FF
00000070  68 69 70 71 72 73 74 75-76 77 FF FF FF FF FF FF
00000080  78 79 80 81 82 83 84 85-86 87 FF FF FF FF FF FF
00000090  88 89 90 91 92 93 94 95-96 97 FF FF FF FF FF FF

00000100  98 99 00 01 02 03 04 05-06 07 FF FF FF FF FF FF
00000110  08 09 10 11 12 13 14 15-16 17 FF FF FF FF FF FF
00000120  18 19 20 21 22 23 24 25-26 27 FF FF FF FF FF FF
00000130  28 29 30 31 32 33 34 35-36 37 FF FF FF FF FF FF
00000140  38 39 40 41 42 43 44 45-46 47 FF FF FF FF FF FF
00000150  48 49 50 51 52 53 54 55-56 57 FF FF FF FF FF FF
00000160  58 59 60 61 62 63 64 65-66 67 FF FF FF FF FF FF
00000170  68 69 70 71 72 73 74 75-76 77 FF FF FF FF FF FF
00000180  78 79 80 81 82 83 84 85-86 87 FF FF FF FF FF FF
00000190  88 89 90 91 92 93 94 95-96 97 FF FF FF FF FF FF

00000200  98 99 00 01 02 03 04 05-06 07 FF FF FF FF FF FF
00000210  08 09 10 11 12 13 14 15-16 17 FF FF FF FF FF FF
00000220  18 19 20 21 22 23 24 25-26 27 FF FF FF FF FF FF
00000230  28 29 30 31 32 33 34 35-36 37 FF FF FF FF FF FF
00000240  38 39 40 41 42 43 44 45-46 47 FF FF FF FF FF FF
00000250  48 49 50 51 52 53 54 55-56 57 FF FF FF FF FF FF
00000260  58 59 60 61 62 63 64 65-66 67 FF FF FF FF FF FF
00000270  68 69 70 71 72 73 74 75-76 77 FF FF FF FF FF FF
00000280  78 79 80 81 82 83 84 85-86 87 FF FF FF FF FF FF
00000290  88 89 90 91 92 93 94 95-96 97 FF FF FF FF FF FF

00000300  98 99 00 01 02 03 04 05-06 07 FF FF FF FF FF FF
00000310  08 09 10 11 12 13 14 15-16 17 FF FF FF FF FF FF
00000320  18 19 20 21 22 23 24 25-26 27 FF FF FF FF FF FF
00000330  28 29 30 31 32 33 34 35-36 37 FF FF FF FF FF FF
00000340  38 39 40 41 42 43 44 45-46 47 FF FF FF FF FF FF
00000350  48 49 50 51 52 53 54 55-56 57 FF FF FF FF FF FF
00000360  58 59 60 61 62 63 64 65-66 67 FF FF FF FF FF FF
00000370  68 69 70 71 72 73 74 75-76 77 FF FF FF FF FF FF
00000380  78 79 80 81 82 83 84 85-86 87 FF FF FF FF FF FF
00000390  88 89 90 91 92 93 94 95-96 97 FF FF FF FF FF FF

00000400  98 99 00 01 02 03 04 05-06 07 FF FF FF FF FF FF
00000410  08 09 10 11 12 13 14 15-16 17 FF FF FF FF FF FF
00000420  18 19 20 21 22 23 24 25-26 27 FF FF FF FF FF FF
00000430  28 29 30 31 32 33 34 35-36 37 FF FF FF FF FF FF
00000440  38 39 40 41 42 43 44 45-46 47 FF FF FF FF FF FF
00000450  48 49 50 51 52 53 54 55-56 57 FF FF FF FF FF FF
00000460  58 59 60 61 62 63 64 65-66 67 FF FF FF FF FF FF
00000470  68 69 70 71 72 73 74 75-76 77 FF FF FF FF FF FF
00000480  78 79 80 81 82 83 84 85-86 87 FF FF FF FF FF FF
00000490  88 89 90 91 92 93 94 95-96 97 FF FF FF FF FF FF

00000500  98 99 00 01 02 03 04 05-06 07 FF FF FF FF FF FF
00000510  08 09 10 11 12 13 14 15-16 17 FF FF FF FF FF FF
00000520  18 19 20 21 22 23 FF FF-FF FF FF FF FF FF FF FF
```

```
00000800  FF 25 26 27 28 29 05 06-07 08 FF FF FF FF FF FF
00000810  09 10 11 12 13 14 15 16-17 18 FF FF FF FF FF FF
00000820  19 20 21 22 23 24 25 26-27 28 FF FF FF FF FF FF
00000830  29 30 31 32 33 34 35 36-37 38 FF FF FF FF FF FF
00000840  39 40 41 42 43 44 45 46-47 48 FF FF FF FF FF FF
00000850  49 50 51 52 53 54 55 56-57 58 FF FF FF FF FF FF
00000860  59 60 61 62 63 64 65 66-67 68 FF FF FF FF FF FF
00000870  69 70 71 72 73 74 75 76-77 78 FF FF FF FF FF FF
00000880  79 80 81 82 83 84 85 86-87 88 FF FF FF FF FF FF
00000890  89 90 91 92 93 94 95 96-97 98 FF FF FF FF FF FF

00000900  99 00 01 02 03 04 05 06-07 08 FF FF FF FF FF FF
00000910  09 10 11 12 13 14 15 16-17 18 FF FF FF FF FF FF
00000920  19 20 21 22 23 24 25 26-27 28 FF FF FF FF FF FF
00000930  29 30 31 32 33 34 35 36-37 38 FF FF FF FF FF FF
00000940  39 40 41 42 43 44 45 46-47 48 FF FF FF FF FF FF
00000950  49 50 51 52 53 54 55 56-57 58 FF FF FF FF FF FF
00000960  59 60 61 62 63 64 65 66-67 68 FF FF FF FF FF FF
00000970  69 70 71 72 73 74 75 76-77 78 FF FF FF FF FF FF
00000980  79 80 81 82 83 84 85 86-87 88 FF FF FF FF FF FF
00000990  89 90 91 92 93 94 95 96-97 98 FF FF FF FF FF FF

00000A00  99 00 01 02 03 04 05 06-07 08 FF FF FF FF FF FF
00000A10  09 10 11 12 13 14 15 16-17 18 FF FF FF FF FF FF
00000A20  19 20 21 22 23 24 25 26-27 28 FF FF FF FF FF FF
00000A30  29 30 31 32 33 34 35 36-37 38 FF FF FF FF FF FF
00000A40  39 40 41 42 43 44 45 46-47 48 FF FF FF FF FF FF
00000A50  49 50 51 52 53 54 55 56-57 58 FF FF FF FF FF FF
00000A60  59 60 61 62 63 64 65 66-67 68 FF FF FF FF FF FF
00000A70  69 70 71 72 73 74 75 76-77 78 FF FF FF FF FF FF
00000A80  79 80 81 82 83 84 85 86-87 88 FF FF FF FF FF FF
00000A90  89 90 91 92 93 94 95 96-97 98 FF FF FF FF FF FF

00000B00  99 00 01 02 03 04 05 06-07 08 FF FF FF FF FF FF
00000B10  09 10 11 12 13 14 15 16-17 18 FF FF FF FF FF FF
00000B20  19 20 21 22 23 24 25 26-27 28 FF FF FF FF FF FF
00000B30  29 30 31 32 33 34 35 36-37 38 FF FF FF FF FF FF
00000B40  39 40 41 42 43 44 45 46-47 48 FF FF FF FF FF FF
00000B50  49 50 51 52 53 54 55 56-57 58 FF FF FF FF FF FF
00000B60  59 60 61 62 63 64 65 66-67 68 FF FF FF FF FF FF
00000B70  69 70 71 72 73 74 75 76-77 78 FF FF FF FF FF FF
00000B80  79 80 81 82 83 84 85 86-87 88 FF FF FF FF FF FF
00000B90  89 90 91 92 93 94 95 96-97 98 FF FF FF FF FF FF

00000C00  99 00 01 02 03 04 05 06-07 08 FF FF FF FF FF FF
00000C10  09 10 11 12 13 14 15 16-17 18 FF FF FF FF FF FF
00000C20  19 20 21 22 23 24 25 26-27 28 FF FF FF FF FF FF
00000C30  29 30 31 32 33 34 35 36-37 38 FF FF FF FF FF FF
00000C40  39 40 41 42 43 44 45 46-47 48 FF FF FF FF FF FF
00000C50  49 50 51 52 53 54 55 56-57 58 FF FF FF FF FF FF
00000C60  59 60 61 62 63 64 65 66-67 68 FF FF FF FF FF FF
00000C70  69 70 71 72 73 74 75 76-77 78 FF FF FF FF FF FF
00000C80  79 80 81 82 83 84 85 86-87 88 FF FF FF FF FF FF
00000C90  89 90 91 92 93 94 95 96-97 98 FF FF FF FF FF FF

00000D00  99 00 01 02 03 04 05 06-07 08 FF FF FF FF FF FF
00000D10  09 10 11 12 13 14 15 16-17 18 FF FF FF FF FF FF
00000D20  19 20 21 22 23 24 FF FF-FF FF FF FF FF FF FF FF
```

この測定では，とりあえずコンポジット・ビデオ信号の標準信号発生器の波形を観測しました．ライン・セレクタの入力へ標準信号発生器の出力を同軸ケーブルで接続し，スルー出力をモニタ TV とオシロスコープの Ch1 へ入力しました．

ここで気を付けなければならないのは，インピーダンス・マッチングです．ビデオ信号出力は，75 Ω で終端したときに正しい出力波形(電圧)が得られます．ここでは，モニタ TV がその役目をしています．

モニタ TV をつながないときには，オシロスコープを 75 Ω 入力にします．

このような機能がないオシロスコープの場合には，75 Ω のアダプタを使用したり BNC の T 型分岐を用いて，一方を 75 Ω の抵抗で終端する必要があります．

また，ライン・セレクタのトリガ出力をオシロスコープの Ch2 に入力します．そして，立ち上がりエッジでトリガをかけます．この場合も，ライン・セレクタのトリガ出力は 75 Ω ですので，同じように 75 Ω で終端します．

写真 3(a)〜(d)はこのようにして観測した波形です．

〈リスト2(b)〉 上位3ビットのROM書き込みデータ(掲載以外のアドレスのデータはすべて$FF)

```
00000000  FF 05 05 05 05 05 05 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000010  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000020  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000030  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000040  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000050  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000060  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000070  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000080  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000090  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF

00000100  00 00 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000110  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000120  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000130  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000140  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000150  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000160  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000170  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000180  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000190  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF

00000200  01 01 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000210  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000220  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000230  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000240  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000250  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000260  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000270  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000280  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000290  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF

00000300  02 02 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000310  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000320  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000330  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000340  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000350  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000360  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000370  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000380  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000390  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF

00000400  03 03 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000410  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000420  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000430  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000440  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000450  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000460  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000470  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000480  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000490  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF

00000500  04 04 05 05 05 05 05 05-05 05 FF FF FF FF FF FF
00000510  05 05 05 05 05 05 05 05-05 05 FF FF FF FF FF FF
00000520  05 05 05 05 05 05 FF FF-FF FF FF FF FF FF FF FF
```

```
00000800  FF 05 05 05 05 05 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000810  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000820  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000830  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000840  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000850  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000860  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000870  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000880  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF
00000890  00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 FF FF FF FF FF FF

00000900  00 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000910  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000920  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000930  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000940  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000950  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000960  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000970  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000980  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF
00000990  01 01 01 01 01 01 01 01-01 01 FF FF FF FF FF FF

00000A00  01 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000A10  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000A20  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000A30  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000A40  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000A50  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000A60  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000A70  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000A80  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF
00000A90  02 02 02 02 02 02 02 02-02 02 FF FF FF FF FF FF

00000B00  02 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000B10  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000B20  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000B30  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000B40  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000B50  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000B60  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000B70  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000B80  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF
00000B90  03 03 03 03 03 03 03 03-03 03 FF FF FF FF FF FF

00000C00  03 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000C10  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000C20  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000C30  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000C40  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000C50  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000C60  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000C70  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000C80  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF
00000C90  04 04 04 04 04 04 04 04-04 04 FF FF FF FF FF FF

00000D00  04 05 05 05 05 05 05 05-05 05 FF FF FF FF FF FF
00000D10  05 05 05 05 05 05 05 05-05 05 FF FF FF FF FF FF
00000D20  05 05 05 05 05 05 FF FF-FF FF FF FF FF FF FF FF
```

写真(a)はカラー・バー・パターンの境目を観測した例です．境目の前後で波形が違うのがよくわかります．

写真(b)は奇数フィールドの垂直同期信号の部分(選択スイッチを525に設定)，写真(c)は偶数フィールドの垂直同期信号の部分(選択スイッチを262に設定)の観測例です．スケールが見づらいのですが，ビデオ信号の下側に表示しているトリガ信号の波高値が約0.24V(1.4 div)です．両者の違いがよくわかります．

ところで，オシロスコープのなかにはTV(V)トリガという機能により，コンポジット・ビデオ信号が観測できるものがありますが，このふたつの波形を写し出すことはできません．また写真(d)は，奇数フィールドが終了しているライン〔写真(c)の拡大〕です．

このライン・セレクタを製作して以来，なにかとビデオ信号をのぞく機会がありますが，使用感は非常に良好です．電源込みでシャーシに実装したため，使用場所もさほど選ばず強力なツールぶりを発揮しています．

◆引用文献◆

(1) LM1881，データ・シート，ナショナルセミコンダクター社．

第10章 ビデオ信号の測定

解像度の表し方とS/N，感度の測定法

●長谷川孝美

画像処理を行う場合，その入力装置としてもっとも多く使用されるのがTVカメラです．

このTVカメラから得られるビデオ信号の性能によって，画像処理システム全体の性能が決まる部分がたくさんあります．

ここではTVカメラおよびビデオ信号の解像度，S/N，感度などの考え方，測定方法を紹介します．

解像度の表し方

解像度とは被写体の木目などの細かいところ(細部)まで見える，見えないを判断するためのものです．細かいところまで見える場合を解像度が高いといいます．

● 写真の解像度

写真(フィルム)では，1mmの中に白黒の縞が何本見分けることができるかによって，解像度を表します．

図1のような解像度チャートをレンズの焦点面付近に置いて投影したとき，投影されて大きくなった白黒の縞がどこまで分解して見えるかで評価します．

かりに d=0.01 mmまで分解して見えれば解像力は，

1/2×0.01=50［本/mm］

となり，50本の解像力といいます．

● テレビの解像度

テレビにおける解像度とは，画面または撮像素子の高さ方向に白黒の縞(白黒で2本)が，何本見分けられるかによって表現します．

今，高さ方向に300本の白黒の縞(白150本，黒150本)並べたチャートを撮像して，モニタ・テレビ上で再生できれば，300TV本の垂直解像度を評価したことになります．

また，TVの縦横比は3対4ですから，水平方向に400本の白黒の縞を並べたチャートを撮像して，モニタ・テレビ上で再生できれば，300TV本の水平解像度を評価したことになります．

400 × 3/4 ＝ 300［本］
（3/4：縦横比）

① 垂直解像度

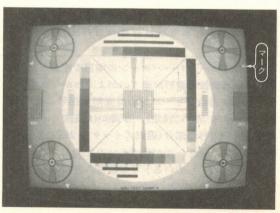
EIA方式の走査線数は525本ですが，画面に出ない期間を除くと有効走査線数は約483本となり，これが限界解像度になります．

525－(21×2)＝483本
（525：1フレーム，2：2フィールド，21×2：垂直ブランキング期間）

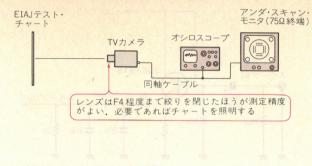
EIA方式とはアメリカの電子工業会が決めたテレビ画像に関する走査方式です．

実際には，被写体の像を光電変換するタイミングによって，483本が見えたり見えなかったりしますので，とても483本まで解像するとはいえません．

〈図1〉白黒チャート

〈図2〉NTSC方式の周波数帯

〈写真1〉テスト・チャートA

〈図 3〉モニタによる解像度評価法

〈図 4〉
スイープ信号
(発売元：シバソク，
リーダー電子など)

そこで，

$483 \times K = 338 \sim 386$

$0.7 < K < 0.8$

ケル・ファクタという

として，一般的には約 350 本が安定した垂直解像度として使用されています．

② 水平解像度

前述したように，垂直解像度は走査線数によってほとんど決まります．したがって，一般に解像度と言えば水平解像度の良し悪しを言います．

システムの解像度を決める要因としては，

(a) 照明を含めた光学系
(b) 撮像素子
(c) 信号処理回路の特性
(d) ビデオ・メモリの構成
(e) TV モニタ

などによって決まります．

ビデオ信号処理回路の周波数特性と解像度の関係を決める式として，次式があります．

$$f_0 = \frac{1}{2} m\, n\, f_V \frac{H}{V} \cdot \frac{1}{1-\alpha} \text{〔MHz〕}$$

f_0：伝送系に必要な周波数

m：m 本の白黒

n：走査線数＝525 本

f_V：垂直走査周波数＝30Hz

$\frac{H}{V}$：水平比＝$\frac{4}{3}$

α：水平走査の帰線期間率

$$\alpha = \frac{\text{H ブランキング}}{\text{H 周期}} = \frac{10.9\,\mu\text{s}}{63.56\,\mu\text{s}} = 0.17$$

かりに，m＝400TV 本とすると，

$$f_0 = \frac{1}{2} \times 400 \times 525 \times 30 \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{1-0.17} = 5.06 \text{ MHz}$$

となり，400TV 本の解像度に必要な周波数帯域は，0〜5 MHz になります．

1 MHz は 80TV 本と覚えておくと便利です．

$$\frac{400}{5} = 80 \text{〔TV 本〕}$$

図 2 に示すように，NTSC 方式では伝送帯域を 4.2 MHz に制限していますので，水平限界解像度は，

$4.2 \times 80 \fallingdotseq 340$ [TV 本]

になります．

ビデオ信号の測定

● TV チャートによる解像度の測定

TV カメラの解像度を評価するためのテスト・チャートとして，EIAJ(日本電子機械工業会)テスト・チャート A があります(写真 1)．

扱いは，大日本印刷㈱ミクロ製品営業本部☎03(3266)2653．

測定は図 3 のような機器を使用し，

① TV カメラの位置，レンズのフォーカス調整を交互に行いながら，テスト・チャートの上下左右にある 8 個の三角マークが画面の有効期間と一致するようにする．

このときモニタ・テレビは，ブランキング期間も表示されるアンダ・スキャン・モニタを使用すること．

② 中心部にある水平方向のくさびで垂直解像度を，垂直方向のくさびで水平解像度を評価します．

また四隅にあるくさびで周辺解像度を評価します．

● 伝送系の周波数特性の測定

ビデオ信号は，60 Hz〜6 MHz の周波数成分をもっていますから，この信号を処理する伝送系の周波数特性は，使用周波数範囲において，フラットでなければなりません．

周波数特性の測定に使用されるのがスイープ信号(映像掃引信号)です．

スイープ信号とは，図 4 に示すように，1 フィールドごとに画面上部をスタートにして，連続的に周波数を可変して 50 k〜10 MHz の周波数を発生させます．

スイープ信号による入出力特性を比較することにより，被測定回路の周波数特性がわかります．

図 5 に示す 6 dB アンプの周波数特性を写真 2 に，図 6 に示す LPF(ローパス・フィルタ)の周波数特性を

〈図5〉6dBアンプ

〈図6〉LPF(ローパス・フィルタ)

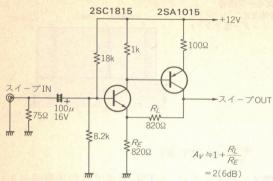



写真3に示します.

● **S/N の測定**

ビデオ信号において，信号中に含まれている**ノイズ**成分が少ないとき S/N が高い，または S/N が良いと表現されます.

S/N は，信号値(S V_{P-P})に対するノイズ・レベル(N V_{rms})の比をとり，dB(デシベル)表示されます(rms は実効値を示す).

オシロスコープで簡易的に S/N を測定する方法としてはつぎの公式があります.

$$S/N=20\log\frac{S[V_{P-P}]}{N[V_{P-P}]}+(15\sim16)\ [dB]$$

S：信号レベル，通常 700〜714 [mV_{P-P}]

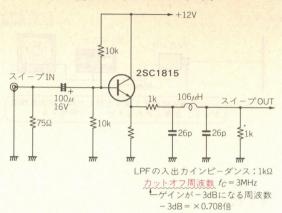
N：ノイズ・レベル，オシロスコープにて測定

(15〜16)：ノイズを実効値換算するための補正値

ここで，ビデオ・カメラのある走査線に含まれているノイズ・レベルが $10mV_{P-P}$ とすると，その S/N は，

$$S/N=20\log\frac{714}{10}+16=53\ [dB]$$

と計算できます(**写真4**参照).

ビデオ・カメラの S/N を測定する場合は，AGC(自動利得制御)回路，γ(ガンマ)補正回路をOFFにして評価しないと正しいデータが得られません.

● **感度の測定**

被写体の明るさが十分に明るい場合は問題ありませんが，暗い被写体を画質の良いビデオ信号として得たい場合は，光学系の明るさ，光電変換器(おもにTVカメラ)の S/N，感度などによって性能が大きく変化します.

被写体の明るさに対する撮像素子面上の照度 E_p は，

$$E_p=\frac{TR}{4F^2(m+1)^2}E_s$$

T：レンズの透過率

R：被写体の反射率

F：レンズのFナンバ

m：結像倍率

E_s：被写体の照度

で決まります.

かりに，

$T=0.8(80\%)$

$R=0.7(70\%)$

$F=4$

レンズのFナンバとは

レンズのFナンバとは，レンズの明るさを表すもので，Fナンバが小さいほど明るいレンズになります.

Fナンバ(F)は，

$$F=\frac{f}{D}$$

f：焦点距離

D：有効口径

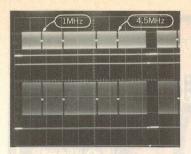
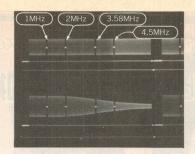
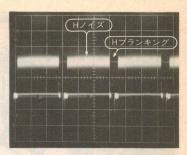
となり，焦点距離が同じであれば，レンズの口径が大きいほどFナンバは小さくなり，明るいレンズになります.

TVカメラ用のほとんどのレンズには，絞りリングが付いており，F 値を変えることができます.

絞りリングには，

1，4，2，2.8，4，5.6

というように $\sqrt{2}$ 倍単位の数字が入っており，この単位を1ステップまたは1絞りといいます.

F 値が1絞り大きくなると，光量(明るさ)は1/2になります.

〈写真2〉ビデオ・アンプ周波数特性
(上：入力信号 0.5V/div, 2ms/div
下：出力信号 0.5V/div, 2ms/div)

〈写真3〉フィルタ周波数特性
(上：入力信号 0.5V/div, 2ms/div
下：出力信号 0.2V/div, 2ms/div)

〈写真4〉ビデオ信号のノイズ波形
(10mV/div, 20μs/div)

$m=0.02$(50倍)
$E_s=400$ lx(ルックス)
とすれば，

$$E_p=\frac{0.8\times0.7\times400}{4\times4^2\times(0.02+1)^2}=3.4\ [\mathrm{lx}]$$

となり，3.4 lxで良い性能が得られる撮像素子を選ぶ必要があります．

被写体の照度が決まっている場合のTVカメラの感度測定方法は(図3参照)，

① AGC(自動利得制御)，γ(ガンマ)などの電気特性，利得を補正している機能はすべてOFFにする．
② 被写体をTVカメラで撮像し，オシロスコープで出力レベルが1.0 V_{P-P}になるようレンズのFナンバ(絞り値)を調整する．

このときのFナンバが大きいTVカメラほど感度は良いことになります．

ただし，TVカメラのS/Nが違う場合は，その分補正が必要です．

インタレースとノンインタレース

垂直解像度は走査線によって決まりますが，2対1インタレースとノンインタレース方式では解像度が半分違いますので，注意する必要があります．

2対1インタレース方式とは，図Aに示すように，第1フィールドでは262.5本の走査を行い，第2フィールドは第1フィールドの走査線を飛び越し(インタレース)て，その間を走査することにより，解像度を高めています．

525本の走査線を得るためには，フィールド期間の2倍，すなわち1フレーム単位で見ないと，高解像度が得られません．

ビデオ・メモリに取り込む時間で考えると，

$$1/60\ [\mathrm{sec}]\times2=1/30\ [\mathrm{sec}]$$

(1/60：フィールド期間，2：2対1インタレース，1/30：フレーム期間)

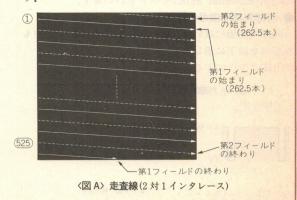
となり，フレーム単位で処理する必要があります．

これに対し，飛び越し走査を行わないで，毎フィールド同じ場所を走査する方式をノンインタレースといいます．この場合，走査線は262本となり限界垂直解像度は241本になります．

$$262-21=241[\text{本}]$$

(21：垂直ブランキング期間)

また，フィールド期間＝フレーム期間＝1/60 [sec]となり，メモリに取り込む時間は速くなります．

〈図A〉走査線(2対1インタレース)

複数のテレビ・カメラからのビデオ信号を，一つのテレビ画面に合成する方法ついて考えてみます．

一般にビデオ信号を二つ以上取り扱う場合は，ビデオ信号相互の同期をとらないとビデオ信号処理を行うことができません．

そこで2台のテレビ・カメラを使用して，テレビ・カメラに外部同期をかける方法，および二つのビデオ信号を使用してのビデオ・ワイパ(画面分割)を設計，製作します．

テレビ・カメラの同期について

● 外部同期にすること

2台のテレビ・カメラの水平，垂直周波数が同じであっても，H Sync(水平同期信号)，V Sync(垂直同期信号)の位相が合っていないと，二つのビデオ信号を一つの信号として処理することはできません．

テレビ・カメラ，ビデオ・メモリなどのビデオ機器において，機器自体の同期信号によって回路を動作させるモードを内部同期(Internal Sync)モードといい，カメラとモニタ・テレビとが1対1で対応する普通の使い方は，このモードになります．

いっぽう，複数のカメラと1台のモニタ・テレビを接続する場合には，一つの同期マスクを作り，この同期信号によって動作させることになります．これを外部同期(External Sync)モードといいます．

● 外部同期用信号の種類

外部同期用にはいろいろな信号が使われます．おもなものを以下に示します．

(1) HD，VD による方法

HD(Horizontal Drive)：水平駆動信号

VD(Vertical Drive)：垂直駆動信号

(2) 複合同期信号(C Sync)による方法

H Sync と V Sync のミックスされた C Sync (Composite Sync)を使用します．

(3) VS 信号による方法

V(Video)信号と S(Composite Sync)信号がミックスされた信号で，VS 信号といえば白黒ビデオ信号のことをいいます．

(4) VBS 信号による方法

カラー・ビデオ・システムにおいては，VS 信号に B (Burst)信号が付加されていますので，色信号の位相も合わせる場合は VBS 信号を使用します．通常，VBS 信号といえばカラー・ビデオ信号のことをいいます．

● 外部同期信号のインターフェース

テレビ・カメラなどに外部同期をかけるときは，まず外部同期端子が付いていることを確認しなければなりません．

外部同期端子は産業用，あるいは監視用カメラにはたいてい用意されていますが，家庭用のビデオ・カメラにはまだ付いていないものが多いようです．

インターフェースの方法としては，

(1) TTL レベルによる方法

(2) 75Ω のインピーダンス・マッチングによる方法

(3) 負極性または正極性による方法

などがあります(図1参照)．

また，外部同期信号の周波数としては，

(a) EIA 方式準拠の周波数

H：15.75 kHz
V：60 Hz

$$V=\frac{15.75\ \text{kHz}\times 2}{525}=60\ \text{Hz}$$

(b) NTSC 方式準拠の周波数

H：15.734264 kHz
V：59.94 Hz

$$V=\frac{15.73426\ \text{kHz}\times 2}{525}=59.94\ \text{Hz}$$

〈図1〉外部同期信号のレベルと極性

(a) TTLレベル(高インピーダンス)負極性　(b) 75Ω 負極性

などが使用されています.

外部同期システムを構成する場合は，どれか一つの同期信号発生器をマスタにして，ほかの機器に外部同期信号を供給します.

一般的な方法としては，図2に示すようにPLL(Phase Lock Loop)を構成することによって，HおよびVの位相同期をかけます.

今回使用したプロテックジャパン製のCCDカメラCV220は，表1に示すように，HD，VD，75Ω，負極性の信号によって外部同期がかかりますので，そのための同期信号発生器が必要になります.

● 同期信号発生器の設計

図3が同期信号発生器の回路図です.

Tr_1はトランジスタを使用した水晶発振回路です. 水晶は一般に入手しやすいHC18/Uタイプであればほとんど発振します.

原発振周波数は14.31818 MHz±0.1 %になるようにトリマ・コンデンサを調整してください.

IC_1のCX7930Aはソニーの同期信号発生用ICです. 図4にこのICの今回使用する部分の内部構成を示します.

この図より，

$$HD=\frac{14.31818\ \text{MHz}}{455\times 2}=15.734\ \text{kHz}$$

$$VD=\frac{14.31818\ \text{MHz}}{455\times 525}=59.94\ \text{Hz}$$

〈表1〉イメージ・センサ・カメラ(テレビ・カメラ)の仕様(プロテックジャパン)

項目	仕様
撮像素子	インタライン方式CCD
有効画素数	510(H)×492(V)
撮像面積	6.2×4.65mm(1/2インチ・サイズ)
セル・サイズ	12.2×9.4μm
走査方式	2：1インタレース，525本60フィールド/秒)
水平周波数	15.734kHz±0.3%
垂直周波数	59.94Hz±0.3%
外部同期	HD/VD 4V_{P-P}，75Ω 負極性
シャッタ	1/870秒(通常OFF)
ビデオ出力	1.0V_{P-P} コンポジット信号 75Ω
解像度	水平380本，垂直380本
AGC	16：1 通常 OFF
ガンマ補正	通常0.7
最低被写体照度	2Lux F1.4 AGC ON シャッタOFF, IRカット・フィルタなし
S/N比	50dB以上
動作温度	−10～+50℃
電源	+12VDC 220mA
レンズ・マウント	Cマウント
重さ	350g
大きさ	56×48×116mm(W×H×D)

〈図2〉PLLによる外部同期

〈図3〉同期信号発生回路

になります．

IC_2の 4049 は，バッファ動作および信号レベルを5V 系から 8V 系に変換しています．

Tr_2〜Tr_5はコンプリメンタリ接続のバッファで，75Ω の低インピーダンス負荷をドライブして CCD カメラに HD/VD 信号を送ります．

写真 1 に IC_2における HD/VD の波形を示します．

IC_3，IC_4は 3 端子レギュレータで＋12V から＋5V，＋8V を作っています．

スーパインポーズ回路の設計

● ゲート・パルス発生回路の設計

外部同期のとれた二つのビデオ信号を使って，カメラ(1)の画の中心にカメラ(2)の画をスーパインポーズするためには，ゲート・パルス発生回路が必要です．

この回路は同期信号 HD，VD の中から画面の位置情報を作り，その信号によってスーパインポーズ回路の映像切り替えスイッチを制御するものです．図 5 にこの構成を示します．

まず，IC_1の 74LS123 は単安定マルチバイブレータで，H 方向のパルスを発生します．

VR_1は画面左からの位置を決めます．パルス幅 t_W は，

$t_W = 0.45 \cdot C_T \cdot R_T$

ただし，$5k\Omega < R_T < 260k\Omega$，$1000pF < C_T$

$t_W = 15\mu s$，$C_T = 1000pF$ のとき，

$$R_T = \frac{t_W}{0.45 C_T} = 33.3k\Omega$$

となります．

また，カメラ(2)の水平方向画面サイズは VR_2によって決まります．

IC_2は V 方向のパルスを発生します．VR_3は画面上部からの位置を決めます．$t_W = 5$ ms，$C_T = 0.33\ \mu$F のとき，

$$R_T = \frac{t_W}{0.45 C_T} = \frac{5 \times 10^{-3}}{0.45 \times 0.33\ \mu F} = 33.7\ k\Omega$$

となります．

また，カメラ(2)の縦方向画面サイズは VR_4によって決まります(図 6 参照)．

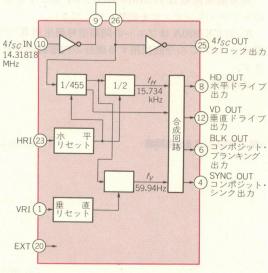
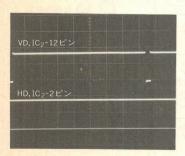
H および V のゲート・パルスは，ダイオードによる AND 回路でミックスされ，Tr_1によって 5V 系から 12V 系のゲート・パルスにレベル変換されます．

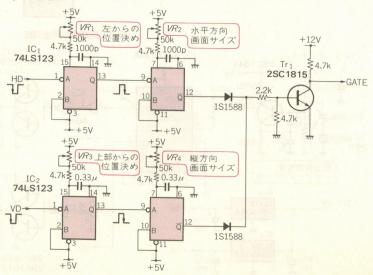
写真 2 にゲート・パルスの波形を示します．

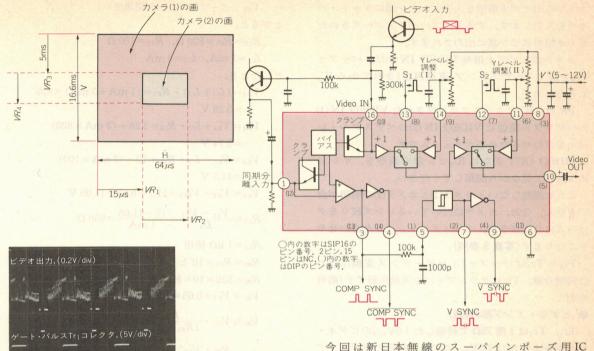
● 画面合成の方法

二つ以上のビデオ信号を一つの信号として処理する方法としては，

(1) ビデオ・ミキサ

〈図 4〉 CX7930A の内部構成(今回使用するブロックのみ)

〈写真 1〉 HD，VD の波形
(5 V/div，2 ms/div)

〈図 5〉 ゲート・パルス部

〈図6〉 ゲート・パルスのタイミング

〈図8〉 NJM2207 のブロック図

〈写真2〉 ビデオ出力とゲート・パルス (20 μs/div)

(2) ビデオ・ワイパ

(3) ビデオ・スーパインポーズ

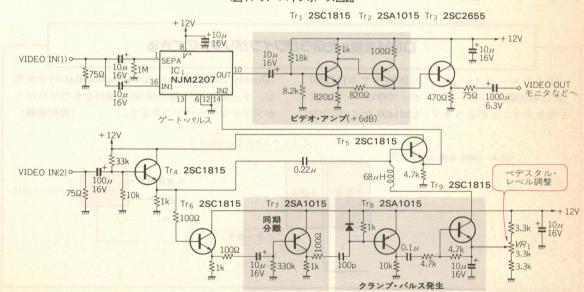
などいろいろありますが，回路技術としてはどれも同じようなものです．

今回は新日本無線のスーパインポーズ用IC NJM2207を使用して，カメラ(1)の画面の中にカメラ(2)の画面を挿入します．

図7がスーパインポーズの回路です．

● スーパインポーズIC NJM2207

IC_1 NJM2207はスーパインポーズ用ICで，図8がそのブロック図です．このICはクランプ回路，アナログ・スイッチ，同期分離回路によって構成されています．

〈図7〉 スーパインポーズ回路

ピン⑯にカメラ(1)からのビデオ信号，ピン⑭にカメラ(2)からのビデオ信号を入力し，ピン⑬にゲート・パルスを入力します．すると，スーパインポーズされたビデオ信号はピン⑩に出力されます．

カメラ(2)のビデオ信号 VIDEO IN (2)は，バッファ Tr_4を経て Tr_9でクランプ(直流再生)されてから IC_1に入力します．

VR_1は，IC_1によってクランプされた VIDEO IN (1)のペデスタル電位に VIDEO IN (2)のペデスタル・レベルを合わせるためのボリュームです．

VIDEO OUT または IC_1ピン⑩の波形を，オシロスコープで見ながら調整してください．

これを調整しないとカメラ(1)とカメラ(2)の明暗が合いません．なお，カメラに付いているレンズ絞りをクローズにしたほうが，ペデスタル・レベルを合わせやすくなります(**写真3**参照)．

Tr_5と Tr_6はバッファ(インピーダンス変換)，Tr_7は同期分離，Tr_8はクランプ・パルス発生器です(前号参照)．

● ビデオ・アンプ部の設計

Tr_1，Tr_2は1度75Ω で終端した $1.0V_{p-p}$のビデオ・レベルをふたたび $2.0V_{p-p}$にする+6dB のビデオ・アンプです．

この回路は負帰還がかかっていますので回路安定度が高く，良好な周波数特性が得られます．少し詳しく説明しましょう．

図9において，

V_{CC}：12 V
A_V ：電圧増幅率
V_E ：エミッタ電圧
V_C ：コレクタ電圧
I_C ：コレクタ電流
I_E ：エミッタ電流
V_{BE}：ベース-エミッタ間電圧

とすると，

$R_{L2}=R_{E1}=820\ \Omega$，$R_{E2}=100\ \Omega$

$I_{C1}=1\ \mathrm{mA}$，$I_{C2}=3\ \mathrm{mA}$

としたとき，

$V_{E1}=(I_{E1}+I_{C2})\cdot R_{E1}=(1\ \mathrm{mA}+3\ \mathrm{mA})\times 820$
$=3.28\ \mathrm{V}$

$V_{C2}=V_{E1}+I_{C2}\cdot R_{L2}=3.28+(3\ \mathrm{mA}\times 820)$
$=5.74\ \mathrm{V}$

$V_{E2}=V_{CC}-I_{C2}\cdot R_{E2}=12-(3\ \mathrm{mA}\times 100)$
$=11.7\ \mathrm{V}$

$V_{C1}=V_{E2}-V_{BE2}=11.7-0.65=11.05\ \mathrm{V}$

$$R_{L1}\fallingdotseq\frac{V_{CC}-V_{C1}}{I_{C1}}=\frac{12-11.05}{1\ \mathrm{mA}}=950\ \Omega$$

$R_{L1}=1\ \mathrm{k\Omega}$ 使用

$R_{B2}=R_{E1}\times 10$ として，

$R_{B2}=820\times 10=8.2\ \mathrm{k\Omega}$

$V_{B1}=V_{E1}+0.65=3.28+0.65=3.93\ \mathrm{V}$

$$V_{B1}\fallingdotseq V_{CC}\cdot\frac{R_{B2}}{(R_{B1}+R_{B2})}$$ より，

$$R_{B1}=\frac{R_{B2}\cdot V_{CC}}{V_{B1}}-R_{B2}=\frac{8.2\mathrm{k}\times 12}{3.93}-8.2\mathrm{k}$$
$=16.8\ \mathrm{k\Omega}$

$R_{B1}=18\ \mathrm{k\Omega}$ とする．

この回路の帰還がないときの電圧増幅率 A_Vは，

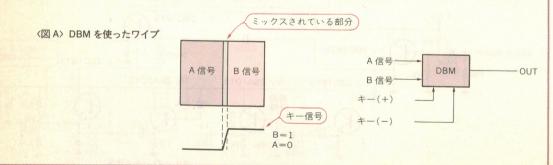
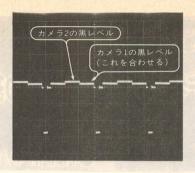
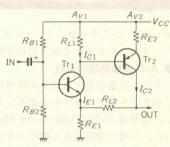
$A_V=A_{V1}\cdot A_{V2}$

V_{IN} ：入力電圧
V_{OUT}：出力電圧　としたとき，

帰還率 β は，

$$\beta=\frac{R_{E1}}{R_{L2}+R_{E1}}$$

DBMを使ったほうがワイプがソフトにできる

図7のスーパインポーズの回路中で NJM2267 (新日本無線)は，スーパインポーズ時にリンギングを発生することがあります．LM1496 などの DBM (Doubly Blanced modulator-demodulator)を使用し，キー信号(切り替え信号)に傾斜をもたせたほうがソフトなワイプができます．　〈河村裕美〉

〈写真３〉
ビデオ出力の
黒レベル波形
(0.1 V/div,
20 μs/div)

〈図９〉
ビデオ・アンプ

〈写真４〉 システムの外観

$$V_{OUT}=A_V(V_{IN}-\beta\cdot V_{OUT})$$

負帰還がかかったときの増幅率 A_{NF} は,

$$A_{NF}=\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}=\frac{A_V}{1+A_V\cdot\beta}$$

となります.

ここで, $A_V\cdot\beta\gg 1$ になるよう定数を選べば,

$$A_{NF}\fallingdotseq\frac{1}{\beta}=1+\frac{R_{L2}}{R_{E1}}=2\,(6\text{ dB})$$

となり, 簡単に計算できます.

Tr_3 は, 75 Ω の低インピーダンス負荷をドライブするバッファです.

● まとめ

写真４に今回製作した全体の外観, **写真５**にスーパインポーズされたモニタ上の写真を示します.

ゲート・パルスの時定数を変えることによって, 左右上下の画面分割も簡単にできますので, やってみてください.

H および V の時間関係を理解すればビデオ信号の理解も深まります.

(本稿はトランジスタ技術 1988 年 3 月号の記事を再編集したものです)

(a) カメラ(1)の原画

(b) カメラ(2)の原画

(c) スーパインポーズした画面

〈写真５〉 モニタの画面

近年オーディオ信号処理のディジタル化が当たり前になって，ビデオ信号処理の世界でも産業機器，民生機器を問わず使用されるようになってきました．

ここでは，ビデオ信号をアナログ信号からディジタル信号に橋渡しをする技術，A-D変換技術とD-A変換技術の基礎を説明します．

ビデオ信号用 A-D/D-A 変換のしくみ

● ディジタル化することによる長所と短所は

ビデオ信号をディジタル化することによる長所および短所は，オーディオ信号の場合とほぼ同じです．つまり，信号処理での劣化がなくノイズに強い点です．また，信号の位相管理が容易なのはディジタル処理の魅力です．

実際のディジタル・ビデオ信号処理技術は，信号伝送時や記録時の劣化を抑えるときや，信号の位相管理をメモリの使用によって任意に得る場合などによく利用されます．

これらの使用例として，産業機器では，ディジタル記録のVTRや，フレーム・シンクロナイザ，タイム・ベース・コレクタなどがあり，民生機器の分野でもクリアビジョンに使用される3次元Y/C分離や，倍密度ノンインタレース・スキャンなどがあります．

また，家庭用VTRでも，2画面が楽しめるピクチャ・イン・ピクチャやノイズ・リダクション，タイム・ベース・コレクタなどが実用化されています．

● A-D 変換処理の系統

アナログ信号をディジタル信号に変換するには図1に示すようなプロセスを必要とします．ディジタル化した信号はPCM(Pulse Code Modulation)信号といわれ，一言で説明すると信号の大きさを数値化し，一定時間ごとに並べたものと考えることができます．

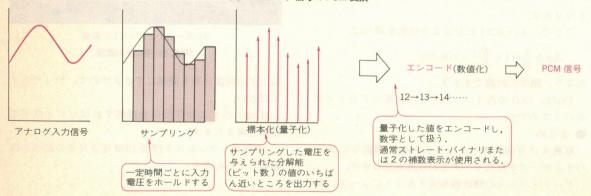
図2はコンポジット・ビデオ信号をディジタル・ビデオ信号に変換するA-Dコンバータ処理のブロック図です．

図2(a)は産業機器などに使用する性能重視型，(b)は一般的な民生機器で使用するコスト・バランスのよいタイプです．

両者は実際に製作するとき，そのコストは10倍以上もの差になります．とくに値段の違うものは，A-DコンバータICとフィルタ関係です．

図2(a)のブロック図で，まず，ビデオ信号の本線系とサンプリング・クロックを発生させるブロックに分かれます．

サンプリング・クロックの発生は，コンポジット・ビデオ信号から分離したシンクをもとに，カラー・バーストを取り出すバースト・フラグ(バースト・ゲート)信号をつくり，カラー・バーストとVCXOを位相ロックさせクロックを得ます．

〈図1〉アナログ信号のPCM変換

サンプリング・クロックをカラー・バースト(カラー・サブキャリア)にロックさせる理由は，カラー・サブキャリアとサンプル・クロックとのビート周波数がカラー信号に悪影響を与えるのを防ぐためです．

サンプリング・クロックはカラー・サブキャリアの整数倍にするとディジタル処理が容易になります．

一般的には，カラー信号がI，Qの直角変調されていることから，カラー信号のディジタル処理の容易さを考え，4倍のカラー・サブキャリアが使用されます．

入力したビデオ信号は75Ωで終端したのち，アンプで増幅します．このアンプはフィルタによる約6dBの減衰補正と，A-Dコンバータの入力ダイナミック・レンジに必要な電圧まで増幅します．

アンプに使用する半導体は，電流帰還型のOPアンプがよく使用されます．理由は，周波数特性のフラットさ，基板実装などによる影響を受けにくいなどの理由からです．

ローパス・フィルタは，前置フィルタ(プリフィルタ)と呼ばれ，サンプリング時のナイキスト周波数(サンプリング周波数の半分)より高い周波数での折り返しひずみを防ぐため，入力ビデオ信号の周波数成分のうち，ナイキスト周波数より高い成分をカットします．

このフィルタの振幅特性，群遅延特性が性能を大きく左右します．一般に，$4f_{sc}$でサンプリングを行うときのフィルタは6MHz程度のものを使用します．

ナイキスト周波数は7.1MHzぐらいのところにありますが，限界周波数付近を急激に減衰させると遅延特性が悪くなり，リンギングなどの悪影響を与えるのでよくありません．

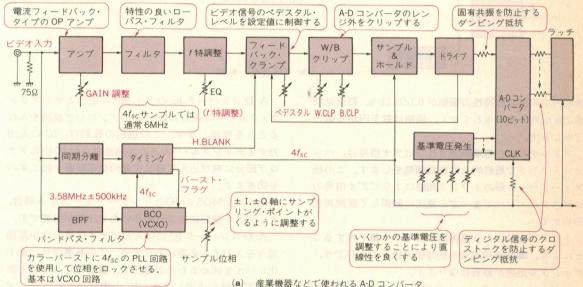
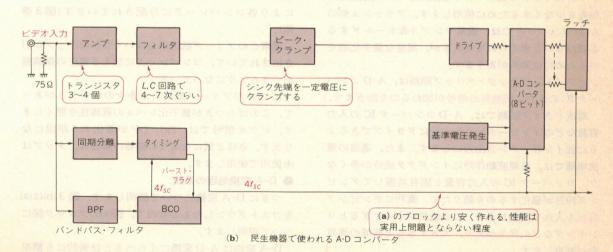
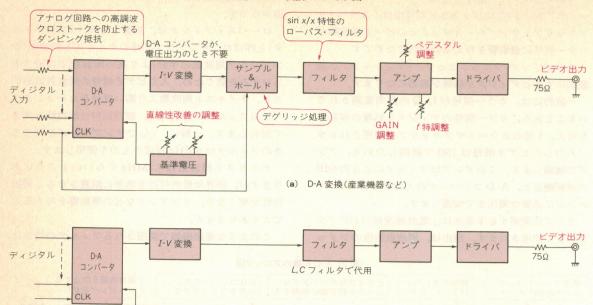
このような産業機器で使用されるフィルタの特性は，

〈図2〉A-D変換のブロック図

(a) 産業機器などで使われるA-Dコンバータ

(b) 民生機器で使われるA-Dコンバータ

〈図3〉 D-A変換のブロック図

(a) D-A変換(産業機器など)

(b) D-A変換(一般用)

帯域内での周波数特性の振幅が0.1dB以内，群遅延特性2ns以内もめずらしくなく，価格は数千円から数万円もします．

フィルタにより帯域制限されたビデオ信号は，バッファ・アンプで最終的な周波数調整をします．この後フィードバック形のクランプ回路によりビデオ信号のペデスタル・レベルを一定の電圧に制御して直流再生をします．

クランプ回路により直流再生してから量子化することにより，輝度信号成分を絶対値で扱うことができ，ディジタル処理が容易になります．

つぎのサンプル&ホールド回路は，A-D変換時の誤差を少なくするために使用します．フラッシュ形のA-Dコンバータでは，通常サンプル&ホールドする必要がないと考えられていますが，高度な量子化数を得るためには効果があります．

ホワイト，ブラック・クリップ回路は，A-Dコンバータ ICの入力に規格外の信号が加わるのを防ぎます．

電流ドライブ回路では，A-Dコンバータ ICの入力容量などのインピーダンスを十分にドライブできるように低インピーダンス出力にします．また，通常の電流増幅では，高周波動作時にインダクタ成分が多くなり，コンバータ ICの入力容量と固有共振してダンピング特性が悪化するのを防ぐため，直列にダンピング抵抗を入れて制動します．この抵抗が小さすぎるとリンギングなどの発生があり，大きすぎると高域の周波数が減衰します．

A-Dコンバータ ICのディジタル出力とサンプリング・クロックの入力に数十Ωのダンピング抵抗を入れることを推奨します．この抵抗の役割は，ICに入出力するディジタル・パルスの高調波成分がIC内のアナログ部分に飛び込んで自己中毒的な悪影響を起こすのを防ぎます．

とくにCMOSのICとインターフェースする場合，ディジタル波形に高調波が多いので注意が必要です．

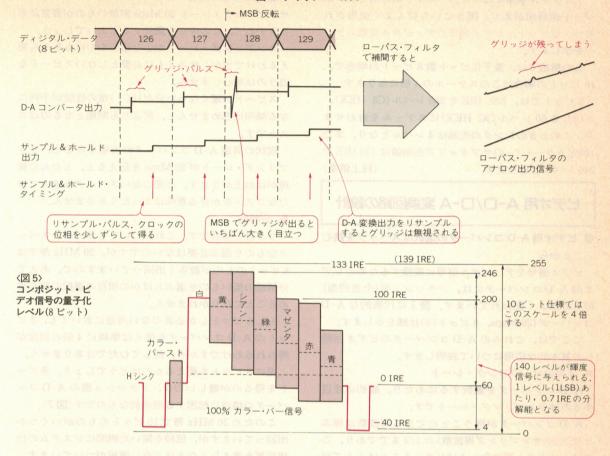
A-Dコンバータ ICには入力ビデオ信号のほか基準信号を入力する必要があります．この基準信号は量子化レベルを決めるための電圧で，量子化レベルの上限値と下限値を決定します．ICの中では抵抗ブリーダにより各コンパレータに分配されています(図3参照)．

通常このブリーダ抵抗からはいくつかのタップが引き出されていて，コンパレータに加える電圧の微調整ができるようになっています．

ICの中のブリーダ抵抗には多少のばらつきがあって，このばらつきが量子化レベルの直線性を悪くします．ビデオ信号では，DG，DPが悪化する原因になります．さほど気にならない機器の場合は，タップは未使用で使用します．

● D-A変換処理の系統

つぎにD-A変換について説明します．図3(b)は(a)をコストダウンしたものなので，図(a)のブロック図について説明します．

D-A変換はA-D変換にくらべると技術的にも簡単

といえるでしょう．ディジタル信号のアナログ信号部分へ飛び込みにさえ注意すれば，案外簡単に働いてくれます．

ディジタル処理された信号をD-AコンバータICに入力し，基準電圧を加えると量子化レベルに比例した電流または電圧が出力されます．なお，最近のICでは，基準電圧を内蔵しているものもあります．

一般的なD-AコンバータICは，ディジタル値の各重みに対応した定電流源または定電圧源をクロックに同期して切り替えます．このとき各重みの切り替えタイミングに微小なずれがあるとグリッジ・パルスが発生します．とくに重みの大きいMSB側で発生すると目立ってきます．このようすを図4に示します．

D-AコンバータICで発生したグリッジ・パルスは，A-D変換で使用したサンプル&ホールド回路と同じ回路でデグリッジ処理できます．ICの出力位相とずれたところでサンプルすることにより出力信号はグリッジの影響を受けません．これをリサンプルするといいます．

D-A変換で使用するフィルタは補間フィルタ(ポスト・フィルタ)と呼ばれ，前後のサンプル・ポイントを補間します．使用するフィルタの減衰特性は，$\sin x/x$特性が一般的です．

とくにリサンプル処理したときはサンプル幅が有限値で，その矩形波の周波数成分は理論上無限なので，不必要な周波数スペクトルを除去するのに有効です．また，サンプリングのアパーチャ効果により失われたビデオ信号の高域成分の補正が容易になります．しかし，通常のローパス・フィルタと電気回路の補正によりほぼ同等の結果を得ることもできます．

フィルタの出力は，75Ωのインピーダンスで規定レベルでの伝送をするため，アンプとドライバ回路を通して最終信号出力となります．必要に応じて信号をクランプして出力します．

● ディジタル・ビデオ信号の規格

アナログのビデオ信号をディジタルに変換し，ふたたびアナログに変換するとき，このA-Dコンバータと D-Aコンバータが常に同じもので全体としてキャリブレーションされていればよいのですが，異なった機器をディジタル・レベルで接続するときの互換を保つため，その変換スケールを規格化しておく必要があります．

ディジタル規格にはコンポーネント信号用とコンポジット信号用があり，図5にいちばんよく使用されるコンポジット・ビデオ信号のディジタル変換スケールを示します．

この規格では，量子化ビット数8ビットの場合で，10ビットの場合はこのスケールの4倍になります．

8ビットでは，100 IREを200レベル(C8 HEX)，0 IREを60レベル(3C HEX)にスケールを合わせます．このときのシンクの先端は4レベルとなり，また，100%カラー•バーのサブキャリア先端値は133 IREで246レベルとなります．　(村上信幸)

ビデオ用A-D/D-A変換回路の設計

● ビデオ用A-Dコンバータの選択はスペックを読むことから

ビデオ信号をディジタル信号に変換するためのビデオ用A-Dコンバータには，フラッシュ型(全並列型)のものがよく使われています．表1に代表的なA-Dコンバータ(20 Msps，8ビット)の仕様を示します．

ここでは，これらのA-Dコンバータのビデオ回路への基本的な応用について説明します．

▶ まずはサンプリング・レート

A-Dコンバータを選択するにあたり，最初に注目するのはサンプリング・レートです．

A-Dコンバータが扱うことのできる周波数は標本化周波数(サンプリング周波数)の1/2までであり，これはナイキスト周波数とよばれていることはよくご存知だと思います．しかし，これはあくまでも理論値であり，理想的な系での話です．

一般的なビデオ信号のA-D変換回路のサンプリング周波数には，副搬送波の4倍の周波数4 f_{sc}がよく使用されます．図6の日本やアメリカで使われているNTSC方式のビデオ信号ではサンプリング・レートは14.31818 Msps(メガ・サンプル/秒)と算出されますから，この周波数以上のものがA-Dコンバータの選択の対象となります．

現実に市場に出ているA-Dコンバータをみると，サンプリング・レート20 Msps前後のものが豊富にありますので，この中から選択するとよいでしょう．

サンプリング・レートがより速いものはもちろん使えるわけですが，やみくもに必要としないスピードを追うのは感心しません．

スピードが速くなった分だけ(?)他の性能が不利になる傾向は否めませんし，何よりも問題となるのはコストです．

現状の高速A-Dコンバータの市場をみると，サンプリング・レートが20 Mspsを超えると，とたんに値段がはね上がります．必要のないスペックを追ってむだなコストをかける意味はまったくありません．

▶ 分解能

つぎは分解能です．これについてもオーバ・スペックなものを選ぶ必要はないのですが，20 MHz帯では8ビットのものが数多く出回っていますので，あえて分解能の低いものを選ぶとほかの項目の選択の幅を狭めることになりかねません．

もし6ビットしか必要のない用途においても，8ビットのA-Dコンバータを使えば単純に4倍の精度が得られるわけですから，決してむだではありません．

逆に8ビットを超えるものはどうでしょう．多ビットを得るのが難しいのは，フラッシュ型のA-Dコンバータの構造に起因する宿命的なものです(図7)．

このため20 MHz帯で10ビットのものがいくつか出回っていますが，値段を聞いた瞬間にシステムの仕様変更を考えたくなるほど高い値段がついています．よほど必要な場合だけにしておいたほうが良いでしょう．

▶ 電源電圧と入力レンジ

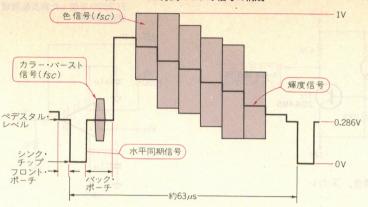
電源電圧と入力レンジは周辺回路の設計に直接かかわってくる項目です．

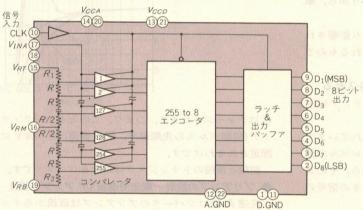
電源電圧は+5V単一電源というのが最近多くなっているようです．

CXA1096(ソニー製)は単一電源あるいは±2電源を使い分けることができます(図8)．単一電源の場合，

〈表1〉[1][2]
代表的なビデオ用(フラッシュ型)A-Dコンバータの仕様

メーカ	富士通	ソニー	
型　名	MB40578	CXA1096	
ビット数(bit)	8	8	
最大変換率(Msps)	20	20	
電源電圧(V)	+5	+5	+5 −5.2
アナログ入力レンジ(V)	+3～+5	+3～5	0～−2
直線性	±0.2%	±1/2LSB	
ロジック・レベル	TTL	TTL	
プロセス	バイポーラ	バイポーラ	
パッケージ	DIP22(スキニ・タイプ)	DIP28	
変換方式	全並列(フラッシュ)型	全並列(フラッシュ)型	
入力容量(pF)	120	30	

〈図6〉NTSC方式のビデオ信号の構成

● 色信号：カラー・バースト信号に対する位相により色相を，振幅により色の濃さを表す．
● カラー・バースト信号：色信号の位相の基準となる信号．
● 色副搬送波：サブキャリア(SC)，色信号を運ぶために使われる．
周波数 f_{SC}=3.574545MHzで $4f_{SC}$ は14.31818MHzとなる．

〈図7〉[2] MB40578フラッシュ(全並列)型A-Dコンバータの内部構成

nをビット数とすると，フラッシュ型では2^n-1個のコンパレータが必要になる．
8ビットで255個，10ビットでは1023個．

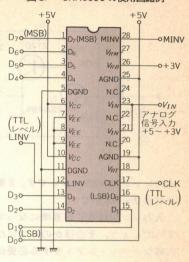
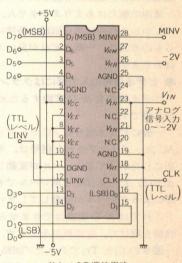
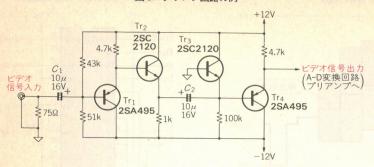
〈図8〉[1] CXA1096の使用回路例

(a) 単一電源使用時

(b) ±2電源使用時

〈ゆとりのある回路設計をしよう〉

〈図9〉 クランプ回路の例

〈図10〉[3] 電流帰還型OPアンプ EL2020を使った非反転増幅回路の利得

入力レンジは+3〜+5Vです．2電源の場合，入力レンジは0〜−2Vです．

入力レンジは0Vが基準になっているほうが使いやすいでしょう．そのほかのレンジだと，プリアンプで大幅なレベル・シフトをする必要があります．

プリアンプにOPアンプを使う場合を考えると，電源電圧は±2電源は用意されているでしょうから，単一電源の魅力はあまりありません．

しかしこれらは周辺回路の条件にもかなり影響されるものであり，一概にどれが良いと決められるものではありません．

● ビデオ信号の入力部にはクランプ回路を入れる

ビデオ信号をA-D変換するためにはクランプ回路が必要です．

一般にビデオ信号はACカップリングされています．ACカップリングされた信号は，その電圧レベルの分布にしたがってDCレベルが変動しますから，そのままでは，たとえば同じ黒レベルでもそのときの信号の形によってレベルが変動してしまいます．

これではA-D変換はできません．そこでクランプ回路を設けて，直流再生をします．

図9のC_2とTr_3でクランプ回路を構成しています．

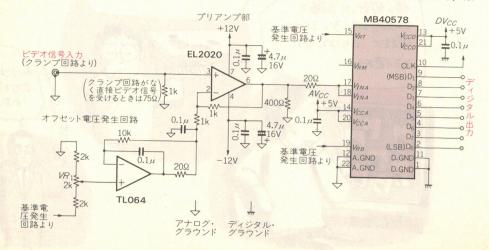
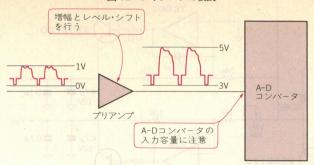
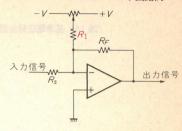
映像信号の部分ではTr_3はOFFしています．同期信号の部分では電圧が下がりますからTr_3はONし，C_2はチャージされます．つまり，このときシンク・チップ(同期パルスの先端部分，図6参照)が−0.6Vに固定されるわけです．

前段と後段のトランジスタは単なるバッファです．

● プリアンプの設計…電流帰還型OPアンプを使う

高速A-Dコンバータのプリアンプは直流からナイキスト周波数までの広い周波数特性を要求されるため，OPアンプがよく用いられます．

以前は高速OPアンプというとどうしてもDC特性が悪くなる傾向にありました．また，高域においてもそれほど余裕をもって動作しているわけではなく，素

〈図11〉 A-Dコンバータの回路例

〈図12〉プリアンプの役割

〈図13〉OPアンプを使ったレベル・シフト回路例

直な周波数特性や位相特性が得にくいものでした．

最近はカレント・フィードバック(電流帰還)型のOPアンプが手に入るようになり，これらの特性も大きく改善され，設計も楽になりました．

図10はエランテック社EL2020の特性です．負荷抵抗によって高域の特性が変化します．またこのタイプのOPアンプはフィードバック抵抗の値でも高域特性が大きく変化します．高速性を生かそうとするとあまり大きい抵抗値は使えません．

図11はA-Dコンバータに前出のMB40578，プリアンプにEL2020を使用した回路例です．

このプリアンプには，増幅とレベル・シフトの二つの役割があります(図12)．

▶ プリアンプでのレベル・シフト

レベル・シフトはA-Dコンバータのプリアンプとしての大きな役割のひとつです．MB40578の入力レンジは+3〜+5Vです．いっぽう，クランプされた入力ビデオ信号は0〜+1Vですから，3Vのレベル・シフトが必要です．

レベル・シフトについてはいくつかの方法が考えられます．図13はデータ・シートの応用回路例などでもよく見かける方法です．OPアンプの反転入力に電流を流し込むと，それがフィードバック抵抗を流れ，出力に直流分がオフセットされます．

この回路で気になるのはR_1の値です．この抵抗はできる限り大きい値とし，本来の信号の伝達に影響を与えないようにしたいところですが，単なるゼロ調整ではなく大幅なレベル・シフトを必要とする場合は，どうしてもR_SやR_Fと同じくらいの小さい値となってしまいます．実際に試してみるとVRの位置によってゲインが変化してしまいます．

図11では非反転増幅器として使用し，ちょうど差動増幅器のようなかたちで反転入力にオフセット電圧を加えています．

非反転とした理由は，カレント・フィードバック型のOPアンプはフィードバック抵抗としてあまり大きい抵抗値を使えないので，反転増幅器とした場合どうしても入力インピーダンスが高くとれないからです．

ビデオ信号の場合75Ωで終端しますが，ハイ・インピーダンスでも受けられるようにしておいたほうが，何かとつごうがよいでしょう．

オフセット電圧を発生する回路は，低インピーダンス出力にしないとゲインに影響を与えます．また，この回路の場合はプリアンプの入力インピーダンスは1kΩであり，問題ありません．しかし，より低い入力インピーダンスのものを設計した場合はドライブ能力に注意する必要があります．必要な場合はTL064の後段にトランジスタによるバッファを設けます．

▶ A-Dコンバータの入力容量に注意

フラッシュ型A-Dコンバータの入力には分解能相当分(2^n-1個)のコンパレータが接続されています．8ビットの場合は255個となります．

これだけの数の高速度コンパレータが接続されると，入力容量が無視できなくなります．

ひと昔前だと，入力容量も300pFのオーダをもち，いっぽう，使用するOPアンプにもドライブ能力のある適当なものが得にくいため，OPアンプにトランジスタのバッファを設けるのが一般的でした．

しかし最近ではA-Dコンバータの入力容量もかなり軽減され，OPアンプにも優れたものが出回るようになったことで，設計も楽になりました．

ただ，容量負荷をドライブするということをまったく考慮しないで設計すると失敗します．いくらドライブ能力があってもしょせんはOPアンプです．ループ内にポールが発生すれば，たちまち不安定になってしまいます．

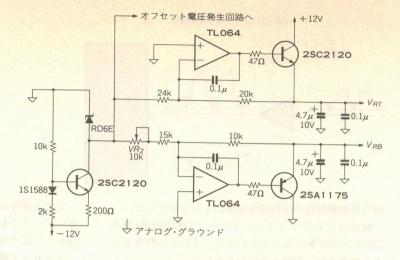
図11のプリアンプの出力の抵抗(20Ω)はA-Dコンバータの容量成分をしゃ断する目的で入れています．

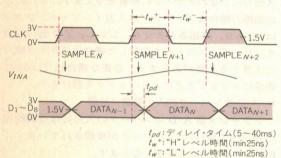
● 基準電圧発生回路にはバッファが必要

MB40578は+3Vと+5Vの二つの基準(リファレンス)電圧を必要とします．レンジの片側が0Vのものだと一つの基準電圧を用意するだけですみます．

電源電圧がちょうど+5Vだからといって，これをそのまま基準電圧に使用してしまうと，電源の変動をまともに受けてしまいます．

図14では，定電流回路でドライブしたツェナ・ダ

〈図 14〉基準電圧発生回路

〈図 15〉[3] MB40578 のタイムチャート

〈図 16〉3 ビット A-D コンバータのステップ

イオードの電圧から OP アンプを用いて，それぞれの基準電圧を発生しています．

A-D コンバータの基準電圧入力回路は内部にバッファが設けられていませんので，基準電圧発生回路にはそれなりの電流バッファが必要です．

データ・シートに記載されている基準電圧の推奨値は+3 V〜+5 V ですが，これから外れた設定をしても動作します．しかし，メーカがその条件で仕様を保証しているわけですから，その条件で使用したほうが無難です．

ただしこの 3 V と 5 V をあまり厳密にとらえてしまうことは意味がありません．詳しくはキャリブレーションの項を参照してください．

また MB40578 は，電源としてアナログ用の+5 V とディジタル用の+5 V の二つの端子が用意されています．これを一つの電源から供給する場合は問題ありませんが，ディジタル信号の回り込みによるノイズを避けるために，それぞれの電源を用意した場合はその電圧差に注意が必要です．

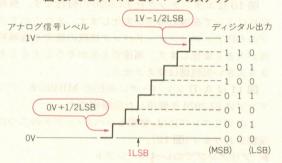
データ・シートには同電位で使うように指示があります．わずかな差は問題ありませんが 0.5 V も違ってくると，破壊までには至らないにしても動作しなくなりますから注意してください．

● A-D コンバータのクロック信号はデューティ比に注意

図 15 は MB40578 のタイムチャートです．

フラッシュ型の A-D コンバータはクロック信号の立ち上がりで A-D 変換され，エンコーダ，ラッチ回路を経てつぎのクロックの立ち上がりから所定のディレイ・タイムを経てデータが出力されます．クロックの立ち上がりで A-D 変換するわけですから，クロック信号が来なければもちろん動作しません．

クロック信号で注意を要するのはデューティ比です．MB40578 では t_w^+，t_w^- ともそれぞれ最小 25 ns の幅を必要とします．これは 20 Msps で動作させる場合，1 クロックが 50 ns となるため，ぎりぎりの幅となり，まったく余裕がありません．

A-D コンバータの種類によってはデューティ比が 50 % でないものもありますから設計には注意が必要です．

このデューティ比の問題は，高速の A-D コンバータを使用する際にもっとも神経を使うところのひとつです．

● キャリブレーションはオーバオールで行う

A-D コンバータのキャリブレーション(較正)について考えてみます．

〈図 17〉
CXA1106 と EL2020 を用いた
D-A コンバータの回路例

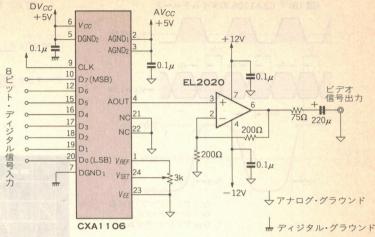
基準電圧は+3Vと+5Vだからということで，単純にICの端子の電圧を正確にその値に合わせてもキャリブレーションにはなりません．

まずA-Dコンバータそのものにオフセット誤差があります．プリアンプではゲイン・エラーも考えられます．これらを補正してトータルでのキャリブレーションを行う必要があります．

図16は3ビットの場合を例にして，A-Dコンバータの各ステップを表現したものです．階段の一つが1LSBに相当します．

0V+1/2LSBの直流信号を入力すると，これは000と001のステップのちょうど中央ですから，どちらの出力が得られるかの確率はそれぞれ50%です．0Vの調整はこの0V+1/2LSBの直流信号を入力した状態で出力が，000と001の間を行き来するところに合わせることによって行います．

1Vの調整は1V−1/2LSBの直流信号を入力し，出力が110と111の間を行き来するところに合わせます．

それでは図11と図14の回路での具体的な方法について考えてみます．+5V側の基準電圧は固定としてあります．調整は，+3V側の調整用トリマとプリアンプのオフセット調整用トリマにより行います．

8ビットの場合，1/2LSBは1.96mVです．アナログ入力に1V−1.96mV=998.04mVを入力します．オフセット調整トリマ(VR_1)を回し，出力がFFHとFEHの間を行き来するところに合わせます．

つぎにアナログ入力に1.96mVを入力します．V_{RB}調整ボリューム(VR_2)を回し，出力が00Hと01Hの間を行き来するところに合わせます．これで0〜+1Vのキャリブレーションは完了です．

● 高速D-Aコンバータは結構かんたん

D-AコンバータはA-Dコンバータにくらべ多ビット，高速のものが安価に入手できます．また周辺回路の設計も容易ですし，実装に気を使いさえすればわりあい簡単に動作してしまうものです．

〈表 2〉[4] CXA1106 の入出力対応表

入力コード	出力電圧(+5V 単一電源)	出力電圧(±5V 2電源)
MSB　LSB 1 1 1 1 1 1 1 1	V_{CC}	0 V
⋮		
1 0 0 0 0 0 0 0	$V_{CC}-0.5$ V	−0.5 V
⋮		
0 0 0 0 0 0 0 0	$V_{CC}-1.0$ V	−1.0 V

(出力フルケール電圧 1.00 V の場合)

図17はCXA1106(ソニー製)を使用した回路の例です．

このICは+5V単一電源でも±2電源でも使用できます．表2のように電源の選択によって出力レンジが変わります．ここでは単一電源で使用しています．

基準電圧発生回路が内蔵されていますので，外部に設ける必要はありません．出力を負荷条件に合わせるためにバッファを必要とする程度です．

ここでは，電流帰還型のOPアンプEL2020を使った2倍の非反転アンプを設け，75Ωで出力しています．負荷側で75Ωで受けると1V_{P-P}の信号が得られます．

出力はACカップリングしていますが，直流分を付加しレベル調整を行いたい場合は，A-Dコンバータの回路例を流用してレベル・シフト回路を設けるとよいでしょう．

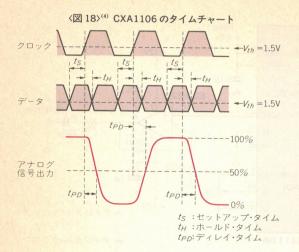
● A-D/D-Aコンバータのインターフェースはタイミングが問題

MB40578とCXA1106をインターフェースすることを例にしてタイミングについて考えてみましょう．

図18はCXA1106のタイムチャートです．セットアップ・タイム(t_S)は最小10ns，ホールド・タイム(t_H)は最小2ns必要です．いっぽう，MB40578のディレイ・タイム(t_{pd})は5(min)〜15(typ)〜40(max)nsで

〈図18〉[4] CXA1106のタイムチャート

〈図19〉 MB40578のデータ出力のタイムチャート

〈写真1〉 直線補間によるサンプリング・データ
(200 mV/div, 500 ns/div)

す．

これは不確定な部分がたいへん大きく，タイミング設計が難しくなります．データが安定していることが保証されているのは，クロックの立ち上がりに対し−10 n〜+5 nsの間だけです(図19)．

いちおう，A-DコンバータとD-Aコンバータのクロックとして同じタイミングのものを使用すればよいことがわかります．

ただし不確定な部分が大きいとはいっても，動作時にこの間でふらつくということはありませんので，実際に動作させてオシロスコープでモニタすれば安全確実なタイミングを探し出すことができます．

● A-Dコンバータの動作を見てみよう

ここで実際のA-Dコンバータの動作を見てみましょう．例としてエフアイエクス社の50 Msps，8ビットのA-Dコンバータ・モジュール(FSA1000SV)を使用して実験しました．このA-Dコンバータは PC9801のバスに直結できるので，A-D変換したデータをディジタルのままモニタすることができ，このような実験には最適です．

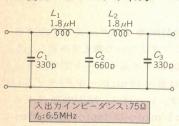
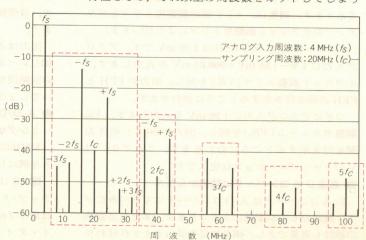
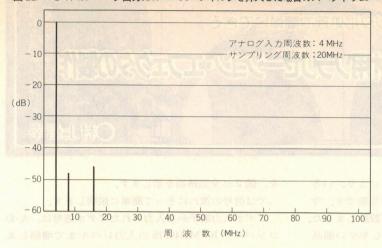
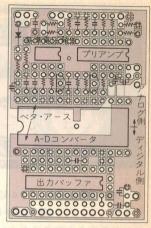
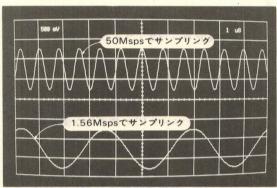
写真1は，1 MHzの正弦波を50 Mspsでサンプリングした場合のデータと3.125 Mspsで，サンプリングした場合のデータを，それぞれポイントとラインで重ねて表示したものです．

3.125 Mspsでサンプリングしたデータは，入力信号の1周期あたり約3ポイントしかデータがありませんから，当然写真のようにひずんだものになります．

この表示は直線補間とよばれるものです．もしサンプリング・レートに対し，格段にスピードの速いD-Aコンバータを接続して出力をモニタすれば，アナログでも同様な波形を観測できるでしょう．

このひずんだ波形から元の波形を再現するにはサイン補間をします．ナイキスト周波数まで平担な周波数特性をもち，それ以上の周波数をカットしてしまう

〈図21〉[5]
D-Aコンバータの
出力スペクトラム

〈図20〉[5] ローパス・フィルタ

〈図22〉(5) D-Aコンバータ出力にローパス・フィルタを挿入した場合のスペクトラム

〈A-Dコンバータ基板のアース
(2層基板の実装面側)〉

〈写真2〉 折り返し誤差〔下段の波形は見やすくするためにデータ補正をしている(50 mV/div, 1 μs/div)〕

sin$x$/x型のフィルタを用いると可能です.

現実にはsin$x$/xには及ばなくても，急峻な周波数特性をもつフィルタ・モジュール，あるいは図20のような*LC*フィルタを用いることによってもかなり良い結果が得られます.

図21は，4 MHzの正弦波を20 Mspsでサンプリングしたものを D-Aコンバータで再生した波形のスペクトラムを示したものです. f_cをサンプリング周波数，f_sを入力アナログ信号の周波数とすると$(f_c \pm f_s)$，$(2f_c \pm f_s)$，……$(nf_c \pm f_s)$のスプリアスが発生していることがわかります.

図22は，D-Aコンバータ出力に図20のローパス・フィルタを挿入した場合のスペクトラムです. この程度のフィルタでもかなり良い結果が得られることがわかります.

写真2は折り返しの誤差を表示しています. 上段の波形は，1.26 MHzの入力信号を50 Mspsでサンプリングした波形です. 下段は同じ入力信号を1.56 Mspsでサンプリングしたものです.

上段の波形は当然正しい周波数が表示されていますが，下段の波形は1.26 MHzではなく，サンプリング周波数と入力信号の差である300 kHzの信号が出力されていることがわかります.

ナイキスト周波数(この場合，1.56/2 MHz)以上の周波数の信号を入力すると，このように折り返しの誤差が発生します. これを避けるためにはA-Dコンバータへビデオ信号を入力する以前に，折り返し誤差発生防止用のフィルタを入れて，ナイキスト周波数以上の信号を入力しないようにすることが大切です.

ただしフィルタを用いる場合は，取り扱う信号の種類やフィルタの特性を十分に考慮する必要があります. たとえばパルス性の波形に急峻な特性をもったローパス・フィルタを入れるとリンギングが発生し，補正どころか逆に信号を乱すことになりかねません.

● A-D/D-Aコンバータの実装上の注意！

まずA.GND(アナログ・グラウンド)とD.GND(ディジタル・グラウンド)を明確に分離し，いずれもベタ・アースとします.

その他のパターンについてもアナログのパターンとディジタルのパターンが複雑に絡みあわないようにします. せっかくA.GNDとD.GNDを分けても，A.GNDの裏側にクロック・ラインが走るようなことではダメです.

アナログの信号ラインは最優先でパターン設計し，A-Dコンバータまで最短の距離で接続するようにします. その他のたとえば基準電圧のラインはDCですから，多少長い引き回しになってもかまいません. ただし，ピンの間近にパスコンを設けることを忘れてはいけません.

A.GNDとD.GNDはどこかでかならず接続しなければなりません. 電源端あるいはA-Dコンバータのピンどうしとするのがよいようです. 〈伊藤純二〉

(本稿はトランジスタ技術1989年11月号の記事を再編集したものです)

ビデオ信号をディジタル処理することにより，いろいろなエフェクト(効果をかけること)が可能です．今回はつぎのような点にポイントをおいて設計しました．

① できるだけ部品点数が少なく，入手しやすい部品を使用すること．

② 動作が確実で，難しい製作技術や測定器を必要としないこと．

③ ディジタル処理でしか得られないエフェクトが得られること．

これらの点から今回は，ソラリゼーションと呼ばれるビット落とし効果発生器を製作します．

この効果を文章で説明することはたいへん難しいのですが，あえて説明するなら画面の中で明るさの変化している部分を等高線状(地図に用いられている曲線)に分解し，同時に色も変化させてしまうという効果が得られるものです．人間をサーモグラフという機械で見たときの画像にもよく似ています．

実際の回路設計

図1に製作したビデオ・エフェクタのブロック図を，図2に全回路図を示します．

では信号の流れにそって簡単に説明します．

ビデオ入力端子から入力されたビデオ信号は，A-DコンバータIC MB40578の入力レベルまで増幅します．

増幅した信号を基準電圧にシンクチップ・クランプし，簡単なCRローパス・フィルタを通してA-Dコンバータに入力します．このときのA-Dコンバータの入力レベルは，100％白のビデオ信号で1.7 V_{P-P}となります．

図3にビデオ信号の量子化の方法を示します．

このA-Dコンバータ ICの標準的な使用法では，V_{RB}(0 LSB電圧)を+3 V，V_{RT}(255 LSB電圧)を+5 Vとします．

サンプリング・クロックの発生は74HC04を使用したLC発振です．発振周波数は15 M〜16 MHzぐらいにします．回路定数では計算上約18 MHzの発振周波数となりますが，実際にはゲートICの入力容量などの影響で，15 M〜16 MHzぐらいになります．

通常ビデオ信号をA-D変換する場合，カラー・サブキャリアとのビート妨害をなくすため，サブキャリア

〈図1〉ビデオ・エフェクタのブロック図

〈図2〉ビデオ・エフェクタの回路図

MB40578 (A-D コンバータ)

MB40778 (D-A コンバータ)

¼ HC86×4

⅙ HC04×2

⅙ HC04×4

ローパス・フィルタ

入力アンプ

$$G=20\log\frac{470+330}{470}$$

$=4.6\text{dB}$

シンクチップ・クランプ，基準電圧発生

出力補間フィルタ（LC ローパス・フィルタ）

出力アンプ

$$G=20\log\frac{(1+3.9)\times10^3}{10^3}$$

$=13.8\text{dB}$

各スイッチの機能

S_1:1LSB
S_2:2LSB
S_3:4LSB
S_4:8LSB
（各ビット制御）

S_5:ON 時ノーマル
OFF 時エフェクト

アナログ系とディジタル系の各グラウンドは，ここで1点接続する

サンプリング・クロック発生

エフェクト動作制御

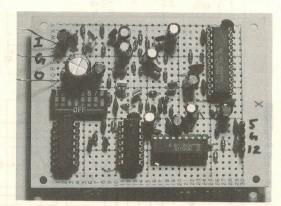
ノート

- NPN タイプのトランジスタは，2SC1815 または相当品を使用
- PNP タイプのトランジスタは，2SA1015 または相当品を使用
- ダイオードは，1SS133 などのシリコン・ダイオードを使用
- ⧻はディジタル系グラウンド，▽はアナログ系グラウンド．両方のグラウンドは A-D コンバータ IC 近くで1点接続する．
- 電源は，+5V，+12V 共に 0.1A 以上の安定化電源を使用

〈図 3〉 ビデオ信号の振幅方向の量子化

の整数倍に位相ロックしたクロックを使用しますが，この製作では回路の簡単化と，エフェクタとしての実用レベルから，簡単なフリー・ラン発振としています．

A-D コンバータから出力されたディジタル信号は，D-A コンバータに入る前にエフェクト制御をします．これはエクスクルーシブ OR を使用して，下位ビットについて反転処理を行うかどうかをスイッチで選択します．反転(S_1～S_4が OFF)のときはエフェクト動作となります．4 ビットですから 16 通りの組み合わせとなります．またS_5は，エフェクトのマスタ ON/OFF スイッチとなります．

ここで，MSB 信号によりエフェクト時の反転処理を制御しているのは，入力ビデオ信号のレベルが約半分より下がったときのエフェクトを禁止し，同期信号を保護するためです．ブランキング・パルスを発生させて行う方法もありますが，回路の簡単化ということ

〈写真 1〉 製作したビデオ・エフェクタの基板

ピクチャ・イン・ピクチャの画質について

テレビや VTR に付いている P in P(Picture in Picture)の，子画面の画質についてちょっと考えてみましょう．子画面なんてどれも同じだと思っている方はいませんか？

ところが，各社くらべてみるとけっこう違います．秋葉原あたりの電気店をのぞいていろいろ見くらべてみるとよくわかります．

何が違うのかとよく見てみると，一つは親画面に対する子画面の色変化，もう一つは子画面の斜め線のがたつき(ジャギ)です．

テレビ放送で見る P in P 効果は，ウィンドウ・ワイプのポジション移動させたものと，DVE などによる画面縮小を連動させて効果を得ます．したがって,大きさと位置は自由に変えることができ,縦横のアスペクト比さえも変えることができます．また，画質も非常に自然で，さすが放送用といった感じです．

家庭用の P in P では，コスト機能のバランスが要求されるため，目立たないところは値段が安くなる方向で設計しています．これによる画質の差は，各電機メーカの考え方の違いともいえます．

技術的に色変化とジャギの発生原因を考えてみます．

まず色ですが，カラーAPC，ACC の引き込み誤差および製造工程での調整誤差が最大の原因です．とくに，VTR などで使用される P in P では，子画面をサイズ圧縮後，もう一度親画面のカラー同期信号でエンコードするため誤差が増えます．これらの誤差は，カラー信号処理 IC の性能もありますが，チューナ回路の性能とも大きく関わり合っています．

地上波放送では，ゴーストの発生などによる伝送ひずみを受けやすいので，チューナ回路の映像同期検波回路が誤動作しやすくなります．これにより DG，DP

(a)原画像

(b)処理後と画像(4LSBと8LSBを反転)

〈写真2〉ソラリゼーション効果の例

からこの方法を使用しています.

D-AコンバータIC MB40778によりアナログ信号にもどされたビデオ信号は,補間フィルタを通り,出力レベルまで増幅します.補間フィルタは,カットオフ周波数が約7MHzのローパス・フィルタです.

以上が入力から出力までの信号の流れですが,信号レベルについて少し説明します.

エフェクタでは入出力レベルが終端時に同じになることが必要です.したがって,エフェクタ本体でのゲインは6dB必要となります.このゲインのアンプと減衰について図1に記入しておきましたので,参考にしてください.

製作上の注意と今後の発展

この製作では,調整箇所もなく製作上特にむずかしい所はありませんが,ただ一つ,電源グラウンドと,電源パスコンの位置には注意してください.

特にディジタル系とアナログ系のグラウンドはかならず別にし,A-DコンバータICの近くで1点接続します.もし,製作してみてエフェクトOFF時にもスノー・ノイズが現れていたら,A-DコンバータIC周辺の電源グラウンド,パスコンの位置の見直しが必要だと考えられます.

今回は回路の簡単化優先で設計しましたが,性能を多少重視したA-D/D-A変換回路やクロックの発生回路の説明については,第14章「ディジタル・スチル&可変速ストロボ装置の製作」を参照してください.

(本稿はトランジスタ技術1991年4月号の記事を再編集したものです)

が悪化して肌色などに変化が現われやすくなります.

もう一つの斜め線のジャギですが,おもな原因が二つあります.

垂直方向の圧縮による折り返しひずみ発生と,親画面とのフィールドを一致させる処理です.

まず,折り返しひずみの発生についてですが,画面を圧縮するとき,水平垂直周波数成分も制限しなくてはいけません.つまり,サンプリング数が減るわけですからナイキスト周波数も当然低くなります.通常水平方向は,A-Dコンバータ前のフィルタのカットオフ周波数を低くし,アナログ・レベルでの帯域制限を行ってからサンプリングしますが,垂直方向はアナログ・レベルでの帯域制限が不可能なので,ディジタル・フィルタにより帯域制限します.このフィルタは,数ライン分のメモリによる,ラインごとのタップを使用したFIRフィルタで,ライン・メモリなどによるコスト・アップがあるため家庭用機器では嫌われがちです.こうして圧縮された映像はいったん映像メモリに記憶されます.

フィールドの一致処理は,子画面は親画面の同期信号で出力されるので,子画面のフィールド(奇数と偶数)が親画面と一致していることが必要です.

つまり,親画面と子画面が非同期の信号なので,親画面のフィールドがどちらでも良いように,子画面は2フィールド分のメモリを用意する必要があるわけです.しかし,1フィールド分でも,もう片方のフィールドを内挿により作り出すこともできます.

以上のように,P in Pの子画面の画質は,その圧縮処理をどこまで綿密に行うかによって決まります.家庭用機器でも専用LSIの高密度化と低価格化によって放送用に迫る画質のものが近い将来製品化されると思います.

(村上信幸)

テレビの歌番組などを見ていると，ストップ・モーション(スチル)や，ストロボ・アクションといった，ディジタル処理を用いた特殊効果がよく見られます．これには，DVE(Digital Video Effector)と呼ばれる装置が使用されています．このスチルやストロボ効果はDVEの中でもっとも基本的なものです．

ストロボ効果のようすを**写真1**に示します．

今回製作する装置は，高画質のS-VHSやEDベータ方式のVTRでのビデオ編集にも十分対応できるように，つぎの点に重点をおいて設計しました．

(1) 水平解像度500本以上の映像帯域(6 MHz)をもつ．

(2) 実測値での映像S/Nは帯域6 MHzまでで約48 dBをクリア，測定器のウェイディング・フィルタ(JIS規格)をONすると約60 dBにまで達するようにする．

(3) *DG*(微分利得)と*DP*(微分位相)はそれぞれ3％と3 deg以内．

(4) エフェクト動作をON/OFFするときに，映像が乱れない(同期乱れが発生しない)．

これらの仕様を満たすことにより，高画質対応となるわけです．

では，これらの仕様について，実際にTV画面上でどのようになるのかを簡単に説明します．

まず，(1)は映像のきめ細かさを表します．通常のTV放送では，約330本ですから500本という数字はたいへん細かいことになります．

(2)は映像のクリアさとして表現できます．この数字が小さくなると，ザラザラした画面になります．TV放送を最良の状態で受信しているときが約48 dB，VTRでは45 dB程度です．

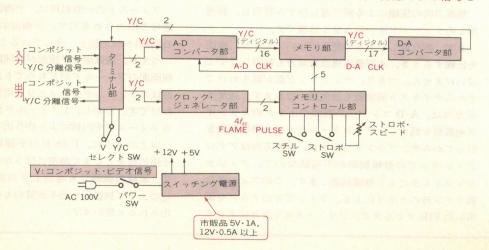
(3)は映像の明るい部分と暗い部分のリニアリティみたいなものです．*DG*(微分利得)が悪く(数字が大きく)なると，画面の明るい所と暗い所での色の濃さに差が出てきます．また*DP*(微分位相)が悪く(数字が大きく)なると，この場合も画面の明暗部で色が変わって見えてしまいます．TVチューナやVTRでは，*DG*が5％，*DP*が5 degぐらいが平均値です．

またこの装置では，ストロボ・アクションの間欠スピードを約50 ms～1 secの間でボリュームにより連続して変化できます．

ディジタル・スチル&可変速ストロボ装置の構成

写真2(a)，(b)に本器の外観と内部のようすを，**図1**にブロック構成を示します．全体は六つのブロックからできています．

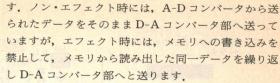
まず，S端子から入力するY/C分離ビデオ信号と

〈図1〉ディジタル・スチル&可変速ストロボ装置のブロック構成

ピン・プラグから入力するコンポジット・ビデオ信号(V)はセレクト・スイッチで選択したのち，ターミナル部からA-Dコンバータ部とクロック・ジェネレータ部へと送られます．

A-Dコンバータ部では，入力ビデオ信号を8ビットで量子化し，ディジタル信号としてつぎのメモリ部へ送ります．

いっぽうクロック・ジェネレータ部では，入力ビデオ信号の中から水平垂直同期信号とカラー・バースト信号を抜き取り，システム・クロックとなる4倍のサブキャリア信号($4f_{sc}$)と，メモリの先頭アドレスを決定するためのフレーム・パルスを発生させます．これは，つぎのメモリ・コントロール部へと送られます．

メモリ・コントロール部では，メモリへの読み書き動作と，スチルとストロボのコントロールを行っています．

メモリ部はY/C合わせて約4Mビットの容量を使用し，1フィールド分のデータを常時書き替えています．ノン・エフェクト時には，A-Dコンバータから送られたデータをそのままD-Aコンバータ部へ送っていますが，エフェクト時には，メモリへの書き込みを禁止して，メモリから読み出した同一データを繰り返しD-Aコンバータ部へと送ります．

D-Aコンバータ部では，送られてきたディジタル信号をふたたびアナログ信号に変換し，ターミナル部へと送ります．

各部の設計と製作

全体の回路を図2に示します．製作上の注意点や，各部の機能，使用部品などについて詳しく説明します．

● 製作上の注意

製作に入る前に，製作上の注意事項をいくつか説明します．ビデオ機器(とくにディジタル応用機器)は，製作の良し悪しによって性能が大きく左右されます．

基本的なことに注意すれば，プリント基板を使用しないでも，市販のユニバーサル基板で十分に性能が出せます．

まず，グラウンド・ラインの引き回しがたいへん重要です．とくにアナログ信号系のグラウンドとディジタル信号系のグラウンドは，絶対に混在させてはいけません．各グラウンド・ラインは，できるだけ太い線

〈写真1〉ストロボ･アクションのようす
〔上から下へスチル(静止画像)を一定時間間隔をおいて繰り返す〕

(a)フロント・パネル

(b)内部

〈写真2〉ディジタル・スチル＆可変速ストロボ装置

このリレーによりパワーOFF時は，入出力がスルーになる
ターミナル部
アンプ
クランプ
A-Dコンバータ部
6MHzローパス・フィルタ（村田製作所）LJ25LP6.0M04
ディジタル・グラウンドとアナログ・グラウンドの接続ポイント
V：コンポジット・ビデオ信号
スイッチング電源（市販品）+5V・1A以上，+12V・0.5A以上
メモリ部とメモリ・コントロール部への電源は，ここから供給する
SYNC位相調整用
VCO調整用
クロック・ジェネレータ部
X'tal f=14.31818MHz
HC04の空ゲートの入力端子は必ず電源またはグラウンドに接続する
M51271SP
MB40578
CX7930A
4538B
AC 100V
パワーSW
セレクトSW

ノート

- ⏚ はアナログ・グラウンド．⏚ はディジタル・グラウンド．
- TTL IC およびメモリ IC の電源とグラウンドの間に，0.1μ の積層セラミック・コンデンサを入れる．
- EMI (22) は EMI フィルタ．村田製作所製 DSS306-55B220M を使用(コンデンサ容量 22p)．
- EMI (103) は EMI フィルタ．村田製作所製 DSS306-55FZ103N を使用(コンデンサ容量 0.01μ)．
- NPN トランジスタはすべて **2SC1740** を，PNP トランジスタはすべて **2SA933** を使用．
- コンデンサの (CH) 表示は，温度特性 CH ランクを使用．また (MY) 表示は，マイラ・コンデンサを使用．
- メモリ部およびメモリ・コントロール部での ┴ ┬ マークは，A-D コンバータ部のディジタル電源から給電する．

調整方法

- クロック・ジェネレータ部の VCO 調整 TRM(45p) は，TEST APC 端子をオシロスコープで観測し，H レート(約 64μs) でのサグが最小となるように調整する．また，SYNC 位相調整用 *VR*(20k) は，TEST SYNC 端と，Y in をオシロスコープで観測し，双方の SYNC 位相が同じになるように調整する．
- D-A コンバータ部の出力レベル調整用 *VR*(2k) は，出力信号を 75Ω で終端したときの入力と出力(ターミナル部で観測)が同じレベルになるように調整する．

材を使用し，アナログ・グラウンドとディジタル・グラウンドはA-DコンバータICの近くで1点接続します．

つぎに電源ラインですが，これもグラウンド・ラインと同様に，できるだけ太い線材を使用してください．

また，各ICの電源とグラウンド間に入っているパスコンは，できるだけICピンの近くに置くようにします．とくに，A-DコンバータICの電源ピンには注意してください．

その他，ディジタル回路部の配線（ロジックICやメモリICの配線）がアナログ回路部の真上を横切ったりするのもよくありません．十分注意します．

製作してみて映像にザラザラした感じや，変に線が入って見えたりした場合は，これらのことに注意してチェックします．

● ターミナル部

入出力端子には，S端子とピン・プラグを使用しましたが，これらの同時使用はできません．ピン・プラグから入力されるコンポジット・ビデオ信号は，Y信号と同じメモリで処理されるためです．

コンポジット・ビデオ信号入力の場合には，クロック・ジェネレータ部へ送るC信号をこのコンポジット・ビデオ信号から抜き取る必要があるので，切り替えスイッチによりS端子使用とピン・プラグ使用を切り替えます．

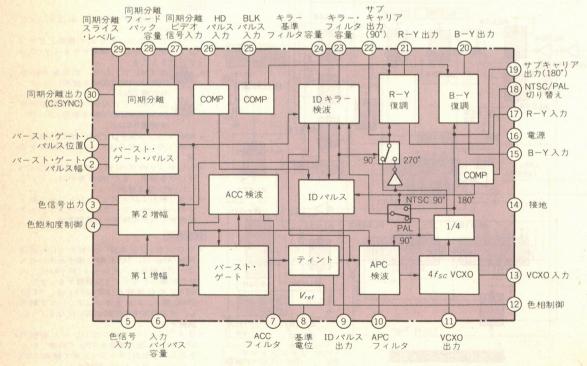
入出力に入っているリレーは，装置がパワーOFFのとき，入出力がそのままスルー状態になるようにするためのものです．

EMIと書かれた3端子のフィルタは電磁波妨害対策用で，フェライト・ビーズとセラミック・コンデンサとの複合部品で，カット・オフ周波数が数十MHzのローパス・フィルタです．このフィルタにより，ディジタル処理部から漏れてきた高調波ノイズなどが，ケーブルから外に輻射してTVなどに妨害を与えられるのを防いでいます．**写真3**に外観を示します．

このEMIフィルタは，このあとのA-Dコンバータ部でも使用しており，これは電源ライン用なので，もっとカット・オフ周波数の低いものを使用しています．ターミナル部で使用するEMIフィルタはビデオ信号帯域（約7 MHz）に影響を与えないものにしてください．

またこのEMI対策にはグラウンド（アース）の取り方もたいへん大切で，筆者は電源のFG（フレーム・グラウンド）の近くで落としたときが，いちばん良好な

〈写真3〉
使用したEMIフィルタ
（村田製作所DSS306-55シリーズ）

〈図3〉[1] ビデオ信号デコーダIC M51271SPの内部ブロック図

結果が得られました．ディジタル機器では，この不要輻射をいかに上手に処理するかも，大切なポイントです．

● クロック・ジェネレータ部

この回路では，ターミナル部より送られてきたY信号とC信号からメモリのアドレス決定に必要なフレーム・パルスと，システム・クロック(4 f_{sc})を作ります．

Y信号とC信号を，カラー復調用IC(M51271SP)へ入力し，Y信号からシンク(同期)信号を，C信号からサブキャリア信号の4倍の周期の信号をそれぞれ取り出します．

図3はこのICの内部ブロック図です．本器では，この中の同期分離部と4f_{sc} VXO部を使用しています．

シンク信号は，30番ピンからコンポジット・シンク(C.SYNC)として出力されます．また，4f_{sc}のクロックは11番ピンからエミッタ・フォロワを通して取り出しています．45 pFのトリマ・コンデンサは，4f_{sc} VXOのキャプチャ・レンジの中心が，サブ・キャリア周波数(3.579545 MHz)となるように調整するものです．具体的には，10番ピンの電圧変化をオシロスコープで見て，Hレート(水平周期≒63.5 μs)でのサグが，最小となるように調整するとよいでしょう．

なお，この4f_{sc} VXOのロック(APC LOCK)がはずれているときは，10番ピンの出力電圧は大きく変化します．調整は入力信号を入れた状態で行ってください．

このときの波形のようすを**写真4**に示します．

また，4f_{sc}とC.SYNCが取り出せたら，この信号からつぎのメモリ・コントロール部で必要なフレーム・パルスと4f_{sc}クロックを作ります．

まず，4f_{sc}のほうは74HC04を利用して，CMOS

Y/C分離信号について

S-VHSやEDベータ方式のVTRに使用されているS端子の信号仕様について説明します．

S端子のSはセパレートの略で，輝度信号と色信号が分離されている状態のことで，この信号を転送するのがS端子です．

図AがS端子の信号仕様です．コンポジット・ビデオ信号(複合ビデオ信号のことで，通常単にビデオ信号と呼ばれるもの)は，図のように同期信号，輝度信号および色信号(色信号は約3.58 MHzのサブ・キャリアにて平衡変調されている)の3信号が複合された形になっています．

いっぽう，S端子はこの同期信号と輝度信号の複合信号と色信号を分けて，2本のラインで別々に伝送します．これにより，輝度信号と色信号の相互干渉をなくすことができ，画質劣化を最小限に抑えることができます．

具体的には，垂直方向への色信号の流れ，ドット・クロール，クロスカラーなどを抑えることができます．

輝度信号と色信号を分離するときに発生する画質劣化については，トランジスタ技術誌1989年8月号の松井氏の記事で詳しく説明されていますのでそちらを参照してください．

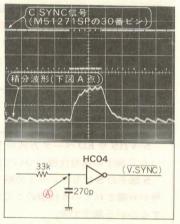
なお，S端子の入出力仕様は，ビデオ信号同様に75 Ω終端にて，輝度＋同期信号(Y信号)が1 V_{P-P}，色信号(C信号)は，バースト・レベルで286 mVとなっています．これは，通常のコンポジット信号のときと同じです．

図Bに一般に用いられているミニDINコネクタの端子配列を示します．

〈図A〉Y/C分離信号

〈図B〉S端子のピン配置

〈図4〉[2] 同期信号発生器 CX7930A の内部ブロック図

〈写真4〉 TEST APC(M51271SPの10番ピン)**の波形**
(0.5 V/div, 20 μs/div)

〈写真5〉 C.SYNC信号を積分して V.SYNC信号を取り出す
(0.2 V/div, 0.1 ms/div)

レベルまで増幅します(74HC04の空きゲートの入力は，かならずグラウンドまたは電源に接続する)．また，C.SYNC信号は，*CR*積分して，V.SYNCパルス(垂直周期≒16.6 ms)を取り出し，同期信号発生用ICのCX7930Aの1番ピンへ入力します(**写真5**)．

CX7930Aはビデオ・カメラ用の標準同期信号発生用ICです．4 f_{SC}のクロックを入力することにより，水平および垂直同期信号，バースト・フラグ，フレーム・パルスといった信号を発生します．本器ではNTSCモードで使用します．

図4はCX7930Aの内部ブロック図です．本器では，このICの各出力信号を入力のY信号に同期結合させ，フレーム・パルス(5番ピンのOFLD)を得ています．このフレーム・パルスは偶数フィールド(EVEN)のとき“L”，奇数フィールド(ODD)のとき“H”となります．

ここで，CX7930Aを入力のY信号に同期させるために，水平および垂直のリセットをICに入力する必要があります．垂直のタイミングは，先に説明したV.SYNCパルスを1番ピンに入力しています．

水平のタイミングについては，C.SYNC信号をそのまま入力すると不都合なことがあるので，モノステーブル・マルチバイブレータの4538を使用して，水平リセット・タイミングを作っています．

不都合な点とは，C.SYNCにはV.SYNCの前後を含む9H間に等価パルス(1/2H幅のきざみパルス)があるため，このパルスで水平リセットが誤動作することおよび，CX7930Aの出力する各信号は，実際のリセット・ポイントより，約6.7 μs進んだ位相で出力されることの2点です．

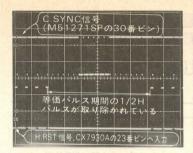
このため，4538を使用して1/2Hのキラーとリセット・パルスのディレイを行っています(**写真6**)．

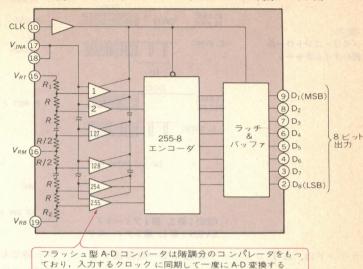
調整ボリュームは，入力されるY信号のH.SYNCとCX7930Aの出力するH.SYNC(4番ピンのOSYNC)の位相が同相となるように調整します．この調整がずれていると，エフェクトのスイッチのON/OFF時に画像が乱れます．

入力されるY信号のH.SYNCとCX7930Aの発生するH.SYNCが同相(同じタイミング)であれば，メモリに読み込まれた信号と現在入力されている信号が，同じタイミングになります．すなわち，エフェクトのON/OFF時に同期信号のずれが生じません．このずれが大きいとTVの走査線が追従しきれず，画面上部で絵が曲がります．これがスキュ曲がりと呼ばれるものです．

最近のTVは性能が良く，実際には±2 μsぐらいのずれが一時的に発生してもほとんど気づきません．

● A-Dコンバータ部

入力されたY信号とC信号は75 Ωで終端され，折り返しノイズ防止用のローパス・フィルタを通して増

〈写真6〉 **C.SYNC信号を1/2Hキラーして H.RST信号を得る**(0.2 V/div, 200 ms/div)

〈図5〉[3] **8ビットA-Dコンバータ MB40578の内部ブロック図**

幅されます．ここで，このローパス・フィルタですが，本器では村田製作所製の6MHzローパス・フィルタを使用しましたが，カット・オフ周波数が6M〜7MHz程度であればほかのものでもかまいません．ただし，入出力マッチング抵抗はローパス・フィルタ指定の定数にしてください．

アンプ部分は，Y信号，C信号ともに同じ回路で，3石のフィード・バック型のビデオ・アンプです．ここでA-DコンバータIC(MB40578)の入力に必要なレベルにするわけです．

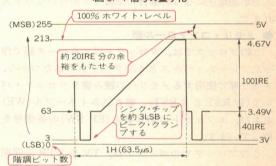
MB40578は，8ビット20Msps(サンプル/秒)のフラッシュ型コンバータ(図5)で入力クロックに同期して，ディジタル信号変換を行います．

本器では，先に説明したように，$4f_{sc}$(14.31818MHz)をクロックとしていますので，ディジタル変換できる入力信号の最大周波数は，サンプリング定理よりこのクロック周波数の半分まで，すなわち約7MHzということになります(7MHz以上は折り返しノイズとなる)．

Y信号のほうは，A-Dコンバータの入力ダイナミック・レンジを最大限に得るため，Y信号のシンク・チップをクランプ(同期パルスの先端を定電位に固定)しています．これは，画像の明るさが急激に変化したときに信号のDC成分が変化し，一時的にA-Dコンバータの入力レンジを超える場合があるためです．

A-Dコンバータへの入力波形と量子化レベルの関係を図6に示します．ここでMB40578のLSBとなる電圧を決めます(V_{ref})．このICの標準使用では3Vなので，本器でも3Vに設定しました．

100%ホワイトからMSBまでに余裕があるのは，入力信号がコンポジット信号のときサブ・キャリア成

〈図6〉 **Y信号の量子化**

分が120%程度まで含まれる場合があることと，VTRなどからの信号レベルがいくらか大きめの場合があるためです．

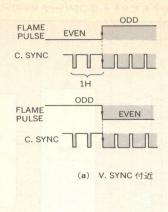
C信号は直流成分がないため(平衡変調されている)，LSBとMSBの中心(128LSB≒4V)にDCがくるようにバイアスをかけて入力します．

実際の製作においては，このA-DコンバータIC周辺の製作が，性能を大きく左右します．いかに量子化ノイズを理論値に近づけるかが，大きなポイントです．ディジタル回路などから発生するノイズが電源ラインなどから飛び込んだり，A-DコンバータIC自身からもノイズが発生します．

これらのノイズの対策は，グラウンドの引き回しや電源インピーダンスの低下を図って対策します．

具体的な方法は，ICに入れる電源パスコンをICのピンにできるだけ近づけ，コンデンサの種類も積層セラミックなどのように高周波特性の良いものを使用すると効果的です．

A-Dコンバータのディジタル電源とアナログ電源は，EMIフィルタなどで高周波的に分離し，またグ

(a)　V. SYNC 付近

ODD：第2，第4フィールド
EVEN：第1，第3フィールド

〈図7〉
メモリ・コントロール部のタイムチャート

(b)　エフェクトに切り替える時

ラウンドは，A-D コンバータの近くで一点接続すると良いようです．

IC の入力と電源の間に入っているダイオードは，入力が過電圧になった場合の保護ですからかならず入れます．

● メモリ・コントロール部

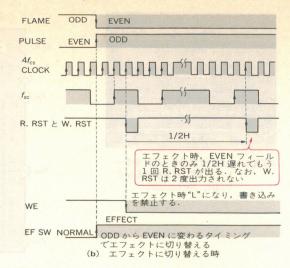
このブロックでは，クロック・ジェネレータ部で作ったフレーム・パルスと $4f_{sc}$ クロックのふたつから，メモリ部で使用するメモリへの読み書きリセット・パルス(W.RST と R.RST)，書き込みイネーブル(WE)および，エフェクトの切り替え(EF SW)の各信号を作っています．

このブロックでのポイントは，TV や VTR の同期をできるだけ乱さずエフェクト動作させることです．TV(VTR)は，三つの同期信号で動作していることはいうまでもないことですが(カラー同期，水平同期，垂直同期)，この中でカラー同期信号がもっとも大切で，この信号が少しでも乱れると画像に現れます．

本器でのカラー同期処理方法は，$4f_{sc}$ を4分周して f_{sc} 単位で処理しています．これによりカラー・サブ・キャリアの連続性が保たれ，カラー同期が乱れないようになっています．

つまり $4f_{sc}$ クロックは，カラー・サブ・キャリアを4てい倍して作ったものですから，この $4f_{sc}$ の4クロック分は，ちょうどカラー・サブ・キャリアの1クロック分になるわけです．

これを最小画素グループとして処理すれば，映像をどこで切ったり，つないだりしてもカラー・サブ・キャリアの連続性が保てます．これをもし $4f_{sc}$ が3クロックや2クロックといった半端な数で行うと，映像のつなぎ目でカラー・サブ・キャリアの連続性が失われ，TV のカラー同期を乱してしまい色ずれを起こします．

メモリへ送られる W.RST と R.RST は，フレーム・パルスを微分することで得ています．ノン・エフェクト時でもメモリへの W.RST と R.RST はフィールドごとに出力され，メモリの中のデータが常時書き換わるようになっています．

ここでスチル・スイッチが押されると，フレーム・パルスの立ち下がりエッジ・タイミング(ODD から EVEN に切り替わったタイミング)で EF SW 信号が出され，D-A コンバータへの出力信号は，メモリから出力される信号に切り替わります．同時に，メモリへの書き込み禁止となるので，出力信号は毎フィールド同じ信号が出力されます．これがストップ・モーションということになります．これらのタイミングの関係を図7に示します．

ところが，このままでは TV がうまく動作できません．これは，ビデオ信号の片フィールド分の走査線数が 262.5 本であるため(NTSC 信号はインタレース走査しているため 0.5 本の端数が出る)，同フィールドの頭と尾をつなぐと 0.5 本の端数が出てしまい，水平同期信号の連続性が保たれないためです．

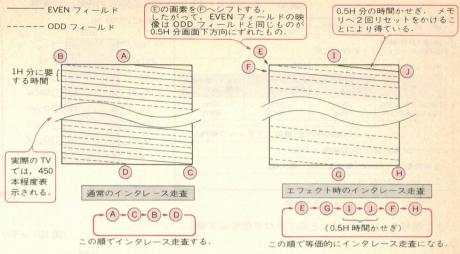
本器ではこの 0.5 本の端数をつぎに説明するような方法で処理することにより，ストップ・モーション(エフェクト)時でも，TV がインタレース走査できるようにしています．

本器がエフェクトに入るときの切り替えは，かならず ODD から EVEN に変わるタイミングで行うようにしており，メモリに最後に書き込まれた信号は，ODD ということになります．したがって，ODD を出力するときはそのまま出力し，EVEN を出力する場合は，ODD の出力を 0.5 本分後にシフトすることにより疑似的に EVEN を作り出しています．

具体的な方法を図8(a)と(b)に示します．EVEN フィールド(フレーム・パルスにより判定する)のときは，読み出し用の R.RST を 0.5 本分(1/2H)まで読み出したところで，もう一度出力するようにしています．これにより 0.5 本分後に信号がシフトして，疑似的に

〈図8〉
エフェクト時のインタレース化の方法

(a) TV 画面上での比較

(b) エフェクト時のメモリ・アドレスのリセット・タイミング

EVEN ができ上がるわけです．

この0.5本分のタイミングは，カウンタIC 74ALS163 を2個使用して得ています．もちろん，4 f_{sc}の1/4クロックをカウントしているので，カラー同期は乱れません．

この方法の副作用として，EVEN フィールドの V.SYNC 信号の幅がうしろのほうに0.5本分長くなりますが，通常のテレビや VTR は，V.SYNC の前エッジで同期を取るため問題ありません．

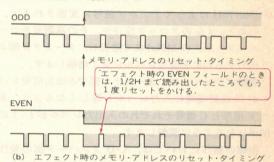
また，カラー同期の連続性を保たせるため，水平同期信号が2クロック分ほどフィールドの切り替え時にジッタを生じますが，この程度のスキュは TV が吸収してくれます．VTR のようにもともとジッタのある信号を入力した場合は，最大4クロック(≒280 ns)程度のスキュひずみを生じることになりますが，筆者がいろいろとテストした限りでは，まったく問題ありませんでした．

ストロボ・アクションは，基本的にはストップ・モーションの繰り返しです．本器では，1フレーム送るごとに，モノステーブル・マルチバイブレータICの4538によって，間欠スピード(ストップ時間)を発生させています．このパルス幅を可変することで，約50 ms〜1 sec までの間欠スピードを得ています．実際にはフレーム周波数の倍数に同期するので，33 ms の倍数ということになります．

● メモリ部

ここではTI社製のフィールド・メモリ TMS4C1050NL を Y 信号系と C 信号系にそれぞれ2個ずつ使用しています．

このメモリは，

・高速 FIFO 動作
　非同期リード/ライトが可能
・高速リード/ライト・サイクル

などの特徴があり，ビデオ信号を記憶するのにたいへん便利な仕様となっています(図9)．

本器では，入力される NTSC 方式のビデオ信号を 4 f_{sc}でサンプリングしているため，走査線1本分の容量は，

910×8＝7280 ビット

となり，1フィールドでは，

262.5×7280＝1911000 ビット

となります．これは，メモリ2個分の容量に相当します．そこで，Y 信号系，C 信号系を別々に処理するため，メモリを4個使用しています．

図10は実際のメモリ・マップです．このメモリは，4ビットで1ワード構成となっているため，2個をパラレルに使用して，8ビットの信号に対応させています．

エフェクト時とノン・エフェクト時の切り替えは，74ALS157 にて行っています．このとき，メモリから読み出した信号と書き込みの信号では，1クロック読み出しが遅れるので，ノン・エフェクト時のスルー信号を，1クロック分だけ 74ALS374 で遅延させています．これはカラー同期の連続性を保つためです．

● D-A コンバータ部

このブロックでは，メモリ部から送られてくるディ

〈図 9〉[4] フィールド・メモリ TMS4C1050NL の特徴とピン配置

・構 成　　262,263×4 ビット

・高速 FIFO 動作
非同期リード/ライト動作が可能

・高速なリード/ライト・サイクル時間

ファミリ	リード・アクセス時間(max)	リード・サイクル時間(min)	ライト・サイクル時間(max)
TMS4C1050－3NL	25ns	30ns	30ns
TMS4C1050－6NL	50ns	60ns	60ns

・オート・リフレッシュ制御回路内蔵(疑似スタティック動作)

・単一　5V 電源電圧(許容範囲 ±10%)

・低消費電力 275mW(最高動作時　最大値)

・入出力は完全 TTL コンパチブル

(a)　主な特徴

ピン名称	
WE	:ライト・イネーブル
SWCK	:シリアル・ライト・クロック
RSTW	:リセット・ライト
$D_{IN}0$～3	:データ入力
RE	:リード・イネーブル
SRCK	:シリアル・リード・クロック
RSTR	:リセット・リード
$D_{OUT}0$～3	:データ出力
V_{DD}	:5V 電源電圧
V_{SS}	:グラウンド

(b)　ピン配置

ジタル信号を，ふたたびもとのアナログ信号に変換します．

8 ビットのディジタル信号は，D-A コンバータ IC MB40778H によってアナログ信号に変換されます．このあと，4 f_{SC}のクロック成分や，その高調波をローパス・フィルタ(7 MHz)にて除去し，ターミナル部より出力するのに必要なレベルにまで増幅します．

調整ボリュームは，ターミナル部での出力信号レベルが 75 Ω 終端時に入力レベルと等しくなるよう，また Y 信号と C 信号それぞれの入出力レベルが 1：1 の関係になるように調整します．

実際の製作においては，A-D コンバータ部の製作と同様に，アナログ信号とディジタル信号のグラウンドの分離や，電源の EMI フィルタによるアイソレーションをしっかり行ってください．

測定と性能評価

最後に，製作した装置の電気的特性の評価について説明します．

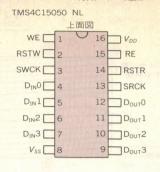
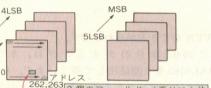
ビデオ信号の評価方法はたくさんありますが，ここに紹介する項目は代表的なものです．

まず，*S/N* ですが，これはビデオ・ノイズ・メータで測ります．50 %の白レベル信号を入力したときの *S/N* は 48.5 dB でした．

その他，周波数特性，*DG*，*DP*，V サグ，カラー・ベクトルなどの測定を行い，**写真** 7～**写真** 10 にそれぞれの測定結果を示しました．また，必要に応じて SG(シグナル・ジェネレータ)から本器への入力波形も示しました(すべてスチル状態で測定)．

ビデオ・エフェクタでは，入力される信号と出力される信号に差のない(画質劣化のない)ことが最大の高画質であるといえます．

写真 7(b)と(c)は，それぞれ**写真** 7(a)のカラー・バー信号を入力したときの波形とカラー・ベクトルです．

DG と *DP* の測定は，**写真** 8(a)のようなランプ波

〈図 10〉 メモリ・マップ

実際には，238,875 ±4 アドレスまでしか使用していない．

2 個のフィールド・メモリに上位下位 4 ビットずつに分けて入力する．フィールド・メモリはリセットにより，アドレス 0 から読み書きをスタートする．

形に，サブ・キャリアを加えた信号を入力して行います．

写真 8(b)と(c)は，*DG* と *DP* 特性です．それぞれ 3 %と 3 deg 以内に入っています．ぎざぎざしているのは量子化ノイズの影響です．

写真 9(b)は，**写真** 9(a)のフィールド・パルス信号を入力したときの V サグです．サグは約 1 %程度で，ないに等しいくらいです．

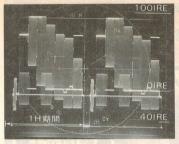
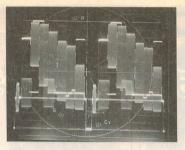
写真 10(b)は，**写真** 10(a)のスイーパの信号を入力したときの周波数特性です．6 MHz マーカでのレベル・ダウンは，－2 dB 以内です．

また，解像度チャート信号(モノスコープ)を入力すると，500 本のクサビがはっきりと確認できました．本器で使用したローパス・フィルタでは，グループ・ディレイが原因となる画面上でのスミア(オーバシュートやリンギング)などは見えませんでした．

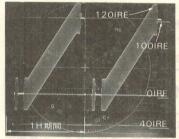
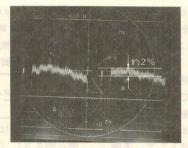
筆者は本器をビデオ編集用にフル活用しています．

◆引用文献◆

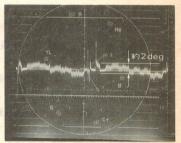
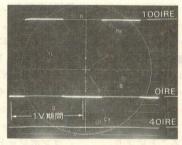
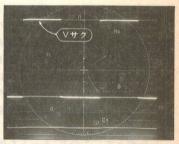
(1) M51271SP，'87/'88 三菱半導体データ・ブック，テレビ/ビデオ編．
(2) CX7930A，データ・シート，ソニー㈱．
(3) MB40578，富士通半導体デバイス，ASSP/汎用リニア IC データ・ブック．
(4) TMS4C1050NL，モスメモリ データ・ブック，1990，日本テキサス・インスツルメンツ㈱．

(本稿はトランジスタ技術 1991 年 4 月号の記事を再編集したものです)

(a)カラー・バー標準信号(入力)

(b)スチル時の出力波形

(c)スチル時のカラー・ベクトル

〈写真 7〉カラー・バー信号による評価

(a)サブ・キャリア＋ランプ波形(入力)

(b)スチル時の *DG*

(c)スチル時の *DP*

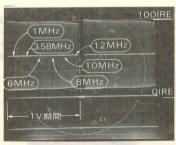
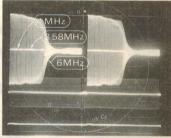
〈写真 8〉 *DG*(微分利得)と *DP*(微分位相)特性

〈写真 9〉Vサグの評価

(a)フィールド・パルス(入力)

(b)スチル時の出力波形

〈写真 10〉周波数特性の評価

(a)スイーパ信号入力

(b)スチル時の出力波形

第15章 フレーム表示と追い越し防止制御機能の付いた ピクチャ・イン・ピクチャ・システムの製作

●鷲尾幸夫

ピクチャ・イン・ピクチャ・システムとは，テレビ画面(親画面)のなかに縮小された子画面を挿入して同時に2画面を楽しむことができる装置のことです(**写真1**).

たとえば，親画面でビデオの映画を見ながら，子画面でテレビの野球を見たりすることができます．そして，野球がおもしろくなったら，野球を親画面にして，映画を子画面に切り替えることもできます．また，本稿で製作するシステムのオリジナル仕様として，子画面を同時に親画面の四隅に表示するマルチ4画面機能があります．マルチ4画面機能使用時は，1画面が動画，残りの3画面が静止画となります．

これまで，ピクチャ・イン・ピクチャ・システムは大容量のメモリや高速のA-D，D-Aコンバータが必要で，部品点数も多く，複雑で技術的に難しいものでした．本稿でとりあげるICキットはこのようなシステムに適合するメモリ，A-D，D-Aコンバータを集積化し，高速で複雑なメモリ制御を一つのLSIで行っています．

したがって，このICキットを使用することにより，システムをスムーズに製作できます．

しかし，このICキットは第2世代のものであり，現在(1991年)第3世代のICキット(3チップ構成)を開発中です．垂直フィルタや，直線補間などの機能を内蔵して，画質も向上するはずです．

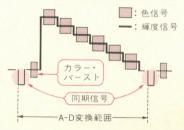
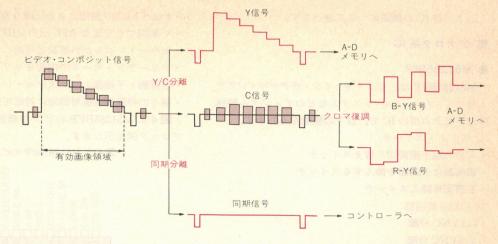
ビデオ信号と色差方式

ビデオ信号は**図1**のように，輝度信号(Y信号：輝度＝明るさ)，色信号(C信号：色相＝色合いと色飽和度＝色の濃さ)，それに同期信号(HD，VD信号：画像の出力タイミング)からなるコンポジット信号(複合信号)の形をしています．このビデオ信号をメモリに記録する場合，コンポジット信号をそのままA-D変換してメモリに記録するコンポジット方式と，コンポジット信号をY/C分離したのち，色信号を色差信号(R−Y，B−Y信号)に復調して，輝度信号と2種の色差信号を，それぞれA-D変換してメモリに記録するコンポーネント方式(色差方式)とに大別されます．

● コンポジット方式

コンポジット方式は，ビデオ・コンポジット信号を，同期信号やカラー・バーストを含んだ形でA-D変換し

〈写真1〉ピクチャ・イン・ピクチャの画面
(1画面)

〈図1〉ビデオ信号(コンポジット信号)

〈図2〉
ビデオ信号
(Y, R−Y, B−Y)

てメモリに記録します．したがって，比較的少ないメモリ容量で済みますが，この方式の場合，時間軸変換をともなう画面サイズの拡大・縮小などのときには，色副搬送波の位相の連続性を保つことが困難になります．つまり，画面の拡大・縮小が実現しにくくなるということです．

● コンポーネント方式

これに対してコンポーネント方式では，図2のようにコンポジット信号を，Y信号とR−Y，B−Y信号に分離し，それぞれA-D変換します．

そのため，コンポジット方式にくらべるとメモリ容量が若干多く必要になります．色信号での色相はカラー・バースト(3.58 MHz)に対する位相により決まりますが，色差信号に復調してしまえば，位相情報がふたつの信号のレベルで表されます．

したがって，時間軸変換をともなう画面サイズの拡大・縮小などが容易に行えるようになります．

構成ICの機能概要

本稿で製作するピクチャ・イン・ピクチャ・システムは，以下に示す七つのICによって構成されます．

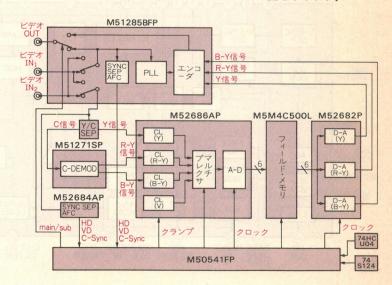
- M51285BFP：エンコーダ
- M51271SP：デコーダ
- M52684AP：同期分離
- M52686AP：A-Dコンバータ
- M52682P：D-Aコンバータ
- M5M4C500L：メモリ
- M50541FP：コントローラ

(いずれも三菱電機)

また，このほかに書き込み系のクロックの原発振と，読み出し系のクロックの波形整形用に以下の二つのICを使用します．

- SN74S124N：VCO
- M74HCU04：ロジック

図3に本システムのブロック図を示します．

〈図3〉
ピクチャ・イン・ピクチャ・システムのブロック図

以下，各ICの概要について述べます．

■ アナログ系IC

● M51285BFP

M51285BFPは，ピクチャ・イン・ピクチャ・システムやフル・フィーチャ・システムなどのディジタル特殊再生システム用のICで，以下の機能をもちます．

(1) ビデオ・スイッチ
- 入力の親子画面切り替えスイッチ
- 親画面に子画面を挿入するスイッチ
- 子画面枠挿入スイッチ

(2) 同期分離回路
- C.SYNC 分離
- V.SYNC 分離
- H.AFC

(3) 同期検出回路

(4) ACC 回路

(5) 4 f_{sc} PLL

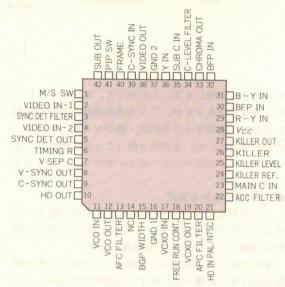
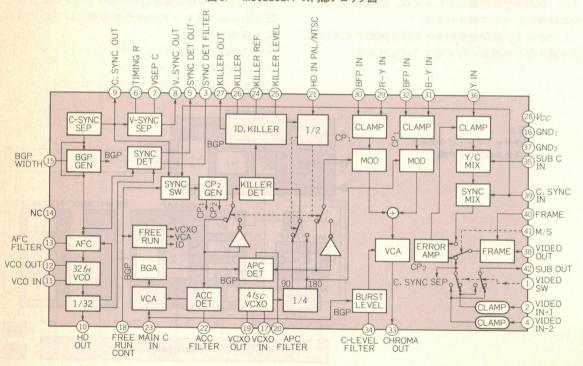
(6) キラー回路

(7) クロマ変調回路

(8) Y/C 加算回路

また，特徴としては以下のことがあげられます．
- NTSC/PAL 両方式に対応
- 親画面クロマ・レベルにトラッキングする子画面クロマ・レベル
- キャリア・バランス無調整
- 4 f_{sc}・VCXO 採用による正確な変調軸
- V 期間でも安定な AFC 出力(HD パルス)
- キラー・レベルが外部設定可能
- フリーラン・モードで内部キャリア変調可能
- 親画面と子画面のペデスタル・レベルを一致させる
- 種々の特殊再生信号処理に対応可能

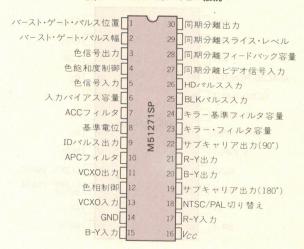
図4にM51285BFPのピン接続図を，図5に内部ブロック図を示します．

〈図4〉[1] M51285BFPのピン接続

〈図5〉[1] M51285BFPの内部ブロック図

● **M51271SP**

M51271SPは5V系ビデオ信号処理用のICで，色信号処理，色復調を行います．R−Y，B−Y色差信号を出力し，NTSC，PAL両方式に対応が可能です．

M51271SPは以下の機能をもちます．

(1) ACC色信号増幅器
(2) 色飽和度制御
(3) 色相制御
(4) キラー制御
(5) 同期分離
(6) バースト・ゲート・パルス発生
(7) R−Y，B−Y復調器

〈図6〉(1) M51271SPのピン接続

また，特徴としては以下のことがあげられます．

・電源電圧5V，回路電流50mA(typ)にて低消費電力
・$4f_{sc}$ (NTSC：14.32MHz，PAL：17.73MHz)発振，1/4分周にてR−Y軸，B−Y軸サブ・キャリアをつくり色復調をしている
・外部定数により，バースト・ゲート・パルスの位置，幅を任意に設定できる

図6にM51271SPのピン接続図を，図7に内部ブロック図を示します．

● **M52684AP**

M52684APは，TV，VTRなどの水平，垂直の同期信号分離，水平のAFC(Automatic Frequency Control)用のICです．

特徴としては以下のことがあげられます

・外付け部品数が少なく，調整が不要
・水平のカウント・ダウンで，H-Holdが不要
・外付け部品の付加により，VD出力のタイミングおよび幅の可変が可能
・水平同期信号から安定したHDが得られる

図8にM52684APのピン接続図を，図9に内部ブロック図を示します．

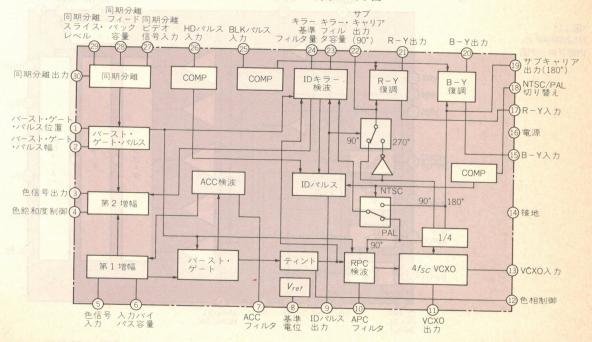
以上の三つのICが，リニア系のICです．

■ ディジタル系IC

つぎに，ディジタル系のICについて説明します．

● **M52686AP**

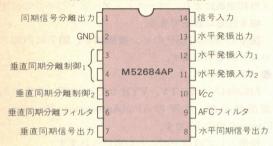
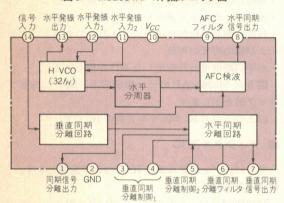
M52686APは，4入力マルチプレクサ付きのビデオ

〈図7〉(1) M51271SPの内部ブロック図

用6ビットA-Dコンバータです。

機能としては，

(1) クランプ回路内蔵(Y，R−Y，B−Y，コンポジット)

(2) 4入力マルチプレクサ内蔵

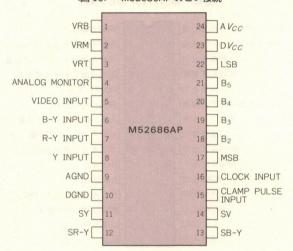
〈図8〉[1] M52684APのピン接続

〈図9〉[1] M52684APの内部ブロック図

(3) リファレンス電源内蔵

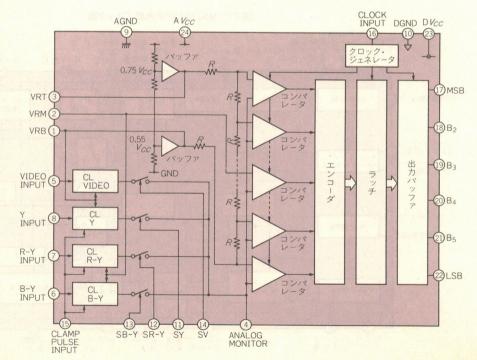
(4) 6ビットA-Dコンバータ

などがあげられ，特徴としては，

- ビデオ・コンポジット信号およびコンポーネント信号を入力でき，Y信号とR−Y，B−Y信号とのマルチプレクスができる
- 最高サンプリング周波数が20 MHzと，PALで4 f_{SC}にも対応できる
- YとCのコンポーネント信号のクランプ・パルス入力ができる
- アナログ入力レベルは，1 V_{P-P}

図10にM52686APのピン接続図を，図11に内部

〈図10〉[1] M52686APのピン接続

〈図11〉
M52686APの
内部ブロック図

ブロック図を示します.

● M52682P

M52682Pは，6ビット高速D-Aコンバータを3組内蔵したICです．3組のD-AコンバータをそれぞれY信号とR−Y，B−Y信号に用いることで，映像信号のディジタル処理を簡単に行うことが可能になります．

各D-Aコンバータのデータ入力は共通になっていますから，点順次に並んだデータをD-A変換するピクチャ・イン・ピクチャ・システムなどへの応用に最適です．

機能としては，以下のことがあげられます．

(1) 基準電圧源内蔵
(2) アナログ出力極性反転機能
(3) ブランキング機能
(4) 3チャネル6ビットD-Aコンバータ

また，特徴としては，

・セトリング・タイム90 ns
・ディジタル入力はTTLレベル
・アナログ出力レベルは1 V_{P-P}
・外付け部品が少ない

などがあげられます．

図12にM52682Pの構成を示します．

● M5M4C500L

M5M4C500Lは320行×256列×6ビット構成のメモリ・アレイと，256×6ビット構成のシリアル入力メモリ，および256×6ビット構成のシリアル出力メモリからなるフィールド・メモリです．

メモリ・アレイとシリアル・メモリ間のデータ転送，行アドレス，列アドレス指定には，多種類の選択動作が可能です．選択命令は，8ビットにコード化して，アドレス・ピンにマルチプレクスして与えます．

このメモリはNTSC，PAL，SECAMのどの方式のビデオ信号にも適したフィールド・メモリとして使用できます．

▶ M5M4C500Lファミリ(表1)

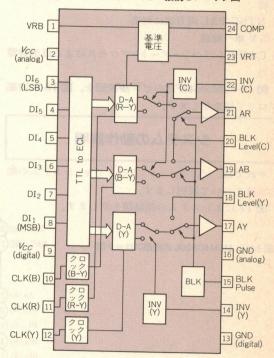
M5M4C500Lファミリの特徴としては，以下のことがあげられます．

・TV，VTRの各種応用に最も適したメモリ・アレイ構成 ……………………320行×256列×6ビット
・大容量シリアル・メモリで映像期間内データ転送が不要 ……………………………………256×6ビット(入力側，出力側とも)
・シリアル入力とシリアル出力は，完全に独立かつ非同期に動作可能
・各種のデータ転送，リフレッシュ動作指定などの命令コード化により，複雑なタイミング制御を内部処理
・命令/行アドレス/列アドレスの3-マルチプレクス方式採用
・行アドレス，列アドレスは内部アドレス発生により省略可
・リフレッシュ時間20 ms(320リフレッシュ・サイクル)保証
・全入力とも，TTL直結可能で低入力容量
・5V単一電源動作

図13に，M5M4C500Lのピン接続図を，図14に内部ブロック図を示します．

● M50541FP

M50541FPは，TV，VTRにおいてピクチャ・イ

〈図12〉[1] M52682Pのピン接続とブロック図

〈表1〉M5M4C500Lファミリ

型　名	シリアル入出力サイクル時間(最小)(ns)	シリアル・アクセス時間(最大)(ns)	データ転送サイクル時間(最小)(ns)	消費電力(標準)*(mW)
M5M4C500L-5	50	40	810	200
M5M4C500L-6	60	50	810	170
M5M4C500L-10	100	80	810	100

*…フィールド・メモリとして使用時．シリアル入力，シリアル出力はともに最小サイクルでの動作時．

ン・ピクチャ表示を行うメモリ・コントロールICです．M50541FPはフィールド・メモリM5M4C500L，A-DコンバータM52686AP，D-AコンバータM52682P，デコーダM51271SP，エンコーダM51285BFPなどのICと組み合わせることにより，コンポーネント方式のピクチャ・イン・ピクチャ表示システムが構成できます．

特徴としては，以下のことがあげられます．

・フィールド・メモリM5M4C500Lを用いて，子画面で4フィールド分のバッファ・メモリを構成
子画面表示サイズ：縦横とも，親画面の約1/3
・以下の2通りの表示モードをサポート
1画面表示：4フィールド・バッファを使用し，乱れの少ないフレーム表示を行う．
4画面表示：
4フィールドを同時表示(3画面は静止画，1画面は動画もしくは静止画)
・子画面の表示のON/OFF，子画面の動画/静止画，枠の有無，子画面の表示位置(左上，右上，左下，右下の4通り，4画面時は動画の位置)の選択が可能
・NTSC/PAL両方式に対応
・5V単一電源
・C-MOSシリコン・ゲート・プロセスによる低消費電力

図15にM50541FPのピン接続図を，図16に内部ブロック図を示します．

システムの動作説明

それでは，ピクチャ・イン・ピクチャ・システムの動作原理について説明します．

図17に本システムの回路図を示します．

(1) M51285BFP(入力側)

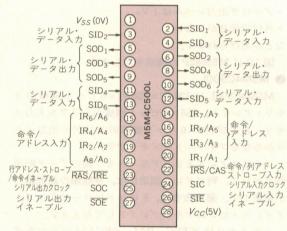
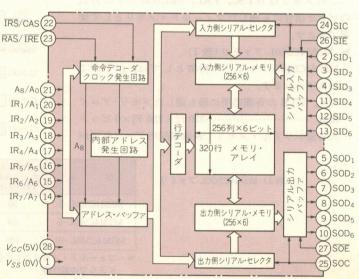
図17において，M51285BFPの2ピン(VIDEO IN-1)と4ピン(VIDEO IN-2)には，2系統のビデオ・コンポジット信号が入力されます．内部の親子反転スイッチによって一方が親画面(スルー画)，他方が子画面(メモリ画)に選択されます．親子反転スイッチは1ピン(VIDEO SW)への入力によって切り替えられます．

親画面の信号には，PIPスイッチにより縮小された子画面が挿入されます．PIPスイッチは，41ピン(M/S)によってコントロールされます．

同時に，親画面の信号は同期信号分離のブロックに入力され，8ピン(V.SYNC OUT)から垂直同期信号(VD)が，9ピン(C.SYNC OUT)から複合同期信号(C.SYNC)が，10ピン(HD OUT)からAFCのかかった水平同期信号(HD)がそれぞれ出力されます．

M51285BFPによって分離されたHD，VD，C.

〈図13〉[1] M5M4C500Lのピン接続

〈図14〉[1] M5M4C500Lの内部ブロック図

SYNCの各同期信号は，それぞれコントローラM50541FPの同名端子に入力されます．これらの同期信号によってM50541FPは，メモリから読み出す場合のタイミングの生成，奇数/偶数フィールドの判定，クランプ・パルスの生成を行います．

一方，親子反転スイッチによって子画面に選択されたビデオ信号は，M51285BFPの42ピン(SUB OUT)から出力されます．

(2) M51271SP

子画面に選択されたビデオ信号は，3.58 MHzのBPFを通って色信号成分のみになり，M51271SPの5ピン(色信号入力)に入力されます．第1増幅，第2増幅を通った色信号は，3ピン(色信号出力)から出力され，ふたたびM51271SPの15ピン(B−Y入力)と17ピン(R−Y入力)に入力されます．この後，B−Y復調，R−Y復調が行われ，20ピン(B−Y出力)，21ピン(R−Y出力)からそれぞれ色差信号B−Y，R−Y信号が出力され，A-Dコンバータへ入力されます．

同時に子画面に選択されたビデオ信号は，M51271SPの27ピン(同期分離ビデオ信号入力)へ入力され，同期分離回路を通って30ピン(同期分離出力)よりC.SYNCが出力されます．

(3) M52684AP

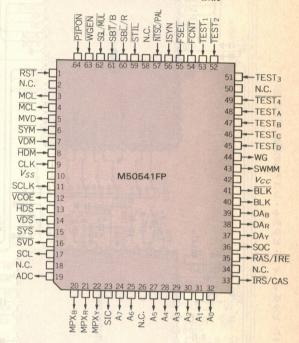
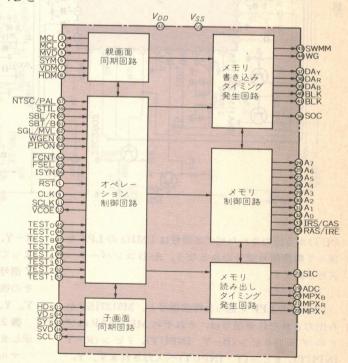
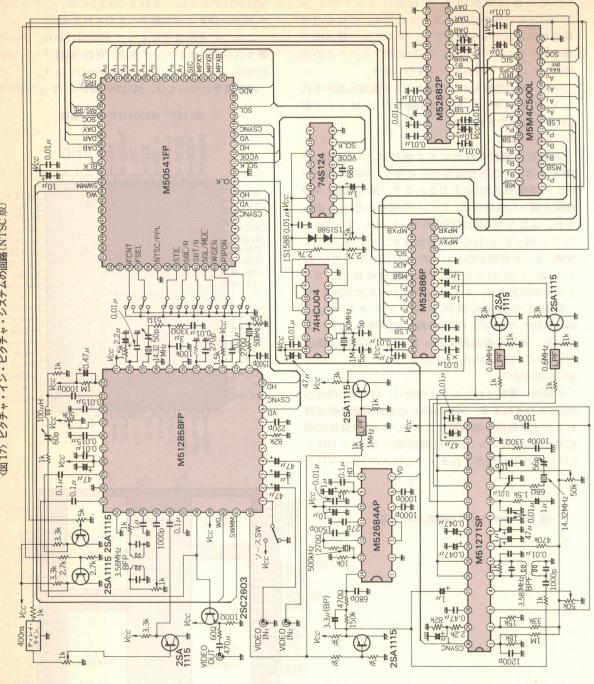
子画面に選択されたビデオ信号は，14ピン(信号入力)に入力されます．M52684APの垂直同期分離回路および水平同期分離回路によって，7ピン(垂直同期信号出力)と8ピン(水平同期信号出力)からHDとVDがそれぞれ出力されます．これらのHD，VDとM51271SPから出力されるC.SYNCは，コントローラM50541FPの同名端子へ入力されます．

これらの同期信号によってM50541FPは，メモリ書き込み時のタイミング生成，奇数/偶数フィールドの判定，クランプ・パルスの生成を行います．

輝度信号については，M51285BFPの42ピン(SUB

〈図15〉[1] M50541FPのピン接続

〈図16〉[1] M50541FPの内部ブロック図

〈図17〉ピクチャ・イン・ピクチャ・システムの回路(NTSC版)

OUT)から出力されたビデオ信号は1MHzのLPFを通って輝度信号成分のみとなり，A-Dコンバータへ入力されます．

(4) M52686AP

1MHzのLPFを通った輝度信号と，M51271SPから出力された色差信号は，それぞれM52686APのアナログ入力6ピン(B−Y INPUT)，7ピン(R−Y INPUT)，8ピン(Y INPUT)へ入力されます．Y，R−Y，B−Yのアナログ信号はまずクランプ回路によって，Y信号はペデスタル・レベルに，R−Y，B−Y信号はそれぞれセンタ・レベルにクランプされます．その後，内部のマルチ・プレクサによって，Y，R−Y，Y，B−Y，Y…のようにマルチプレクスされます．

表2に画像メモリへの書き込み/読み出しの仕様を示します．

マルチプレクサの制御は，11ピン(SY)，12ピン

〈表 2〉 メモリへの書き込み/読み出し仕様

	NTSC	PAL
サンプリング順位	f_R, f_Y, f_B, f_M —○—×—○—△—○—×—○—△—○—×—○—△— Y R−Y Y B−Y Y R−Y Y B−Y Y R−Y Y B−Y	
書き込み サンプリング :f_M Yサンプリング :f_Y R−Yサンプリング:f_R B−Yサンプリング:f_B	$320f_H=5.035$MHz $160f_H=2.517$MHz $80f_H=1.258$MHz $80f_H=1.258$MHz	$320f_H=5.000$MHz $160f_H=2.500$MHz $80f_H=1.250$MHz $80f_H=1.250$MHz
読み出し サンプリング :f_M Yサンプリング :f_Y R−Yサンプリング:f_R B−Yサンプリング:f_B	$3\times320f_H=15.100$MHz $3\times160f_H=7.552$MHz $3\times80f_H=3.776$MHz $3\times80f_H=3.776$MHz	$3\times320f_H=15.000$MHz $3\times160f_H=7.500$MHz $3\times80f_H=3.750$MHz $3\times80f_H=3.750$MHz
量子化ビット	Y,R−Y,B−Yとも6ビット	NTSCと同じ
水平方向書き込みドット数 Y R−Y B−Y	128ドット 64ドット 64ドット 計256ドット	NTSCと同じ
垂直方向書き込みライン数 奇数フィールド1 奇数フィールド2 偶数フィールド3 偶数フィールド4	80ライン 80ライン 80ライン 80ライン 計320ライン	NTSCと同じ
水平方向表示ドット数 Y R−Y B−Y 左右枠表示範囲	112ドット 56ドット 6ドット 計224ドット 左右各3ドット	NTSCと同じ
垂直方向表示ライン数 映像表示ライン 上下枠表示範囲	74ライン 上下各1ライン	78ライン 上下各1ライン

(SR−Y)，13ピン(SB−Y)によって行われ，コントローラM50541FPから出力されます．マルチプレクスされたアナログのY，R−Y，B−Y信号は，6ビットのA-Dコンバータによってディジタルのデータに変換され，17ピン〜22ピン(MSB〜LSB)から出力されます．

図18に，A-Dコンバータの制御タイミングを示します．

(5) M5M4C500L

A-Dコンバータから出力された6ビットのディジタル・データは，フィールド・メモリM5M4C500Lに入力されます．このシステムでは，子画面の1フィールドをメモリの256列×80行×6ビットとして使用し，奇数/偶数フィールドをそれぞれ2フィールド，合計4フィールド分を記録します．

図19に，メモリ取り込み範囲を，図20に画像メモリ内のフィールド割り付けを示します．

(6) M52682P

フィールド・メモリM5M4C500Lより読み出された6ビットのディジタル・データは，D-AコンバータM52682Pに入力されます．M52682Pは6ビットのD-Aコンバータを3チャネル内蔵していますが，三つのD-Aコンバータとも入力が共通になっていますので，それぞれのクロックの位相をずらすことによって

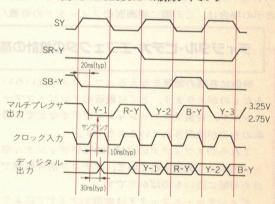
〈図18〉 M52686APの制御タイミング

マルチプレスクされたY，R−Y，B−Yのデータを分離します．

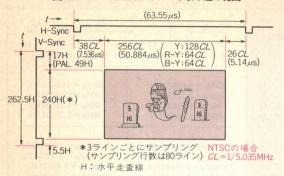
図21に，D-Aクロック，シリアル出力クロック・タイミングを示します．

(7) M51285BFP(出力側)

D-AコンバータM52682Pによってアナログに変換された子画面のY，R−Y，B−Y信号は，ふたたびM51285BFPに入力されます．

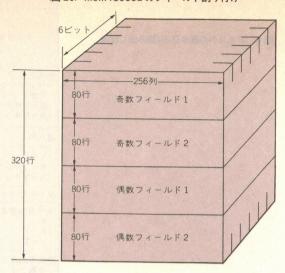
色差信号R−Y，B−Yはここでクロマ信号に変調されます．さらに輝度信号と加算され，同期信号が付

〈図19〉M5M4C500Lのメモリ取り込み範囲

〈図20〉M5M4C500Lのフィールド割り付け

加されてビデオ・コンポジット信号となります．その後，PIPスイッチで，親画面に挿入され，枠を付けられて最終的なピクチャ・イン・ピクチャのビデオ信号として出力されます．

(8) M50541FP

M50541FPは，子画面の画像を，以下に示す手段により親画面にはめこみます．

子画面画像の水平，垂直，コンポジット同期信号に同期して，子画面の画像データ(Y，R−Y，B−Y信号)を，ビデオ・メモリに取り込みます．一画面表示の場合は，この際にフィールドの奇数/偶数判定を行います．

親画面画像の水平，垂直，コンポジット同期信号に同期して，ビデオ・メモリ中の子画面の画像データ(Y，R−Y，B−Y信号)を，取り出します．一画面表示の場合は，この際に親画面のフィールドの奇数/偶数と合ったデータを取り出し，フレームを合わせます．

子画面の縮小はつぎのようにして行います．

水平方向：メモリへの画像の取り込みの3倍のレートで読み出し表示を行います．

垂直方向：メモリへ書き込むときに，水平3ラインごとに1本を取り込み，表示時に1ラインずつ連続に表示します．

図22に，子画面の表示位置を示します．

M50541FPは，以下の機能をもっています．

▶ M51285BFPに対して

ディジタル・ビデオ・エフェクタの設計の基礎

映像に各種の効果を与えるエフェクタにはいろいろなものがあります．とくに最近のテレビ・コマーシャルや，音楽プロモーション・ビデオなどでは最新のものが使用されているようです．

これらのエフェクタのほぼ100%がディジタル信号処理により実現されていて，アナログ信号処理では不可能に近いものばかりです．

ディジタル・エフェクタは無限のアイデアにより生まれてきますが，設計のとき一つだけ注意することがあります．

それは，同期信号の保護です．映像に効果を与えるとき同期信号にまで効果を与えてしまうと同期が乱れて使いものにならなくなってしまいます．同期信号の具体的な保護には，シンクとカラー・バーストの信号としての保護と，エフェクトされた映像信号がペデスタル・レベルより下がりすぎて，受け側の機器で同期信号検出が誤判定しないような対応が必要です．

前者は，ブランキング期間だけエフェクト動作を止めるか，エフェクト後に同期信号のすげ替えを行うことにより対応します．

後者は，エフェクトされた信号にリミッタをかけることにより対応します．少なくとも，カラー・バーストの下側より下がらないような対応が必要かと思います．

図Aにディジタル・ビデオ・エフェクタの基本的な系統の一例を示します．エフェクトでの信号処理時間が比較的短い場合の同期信号は，入力の位相合わせを行ってそのまま使用しますが，エフェクトにメモリなどを使用した場合は，同期信号をリジェネ(再発生)してすげ替えます．　　　（村上信幸）

〈図 21〉 M52682P の制御タイミング

データ入力　R-Y　Y　B-Y　Y　R-Y　Y
t_{su}　t_h
Yクロック
Y出力　Y　Y　Y
B-Yクロック
B-Y出力　B-Y　B-Y
R-Yクロック
R-Y出力　R-Y　R-Y

t_{su} ：セットアップ・タイム 10ns (min)
t_h ：ホールド・タイム　10ns (min)

PIP スイッチ制御：SWMM
枠信号発生　　　：WG

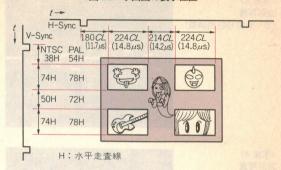
▶ M52686AP に対して

A-D クロック発生：ADC
クランプ・パルス発生：SCL
マルチプレクサ制御：MPXY
　　　　　　　　　：MPXR
　　　　　　　　　：MPXB

▶ M5M4C500L に対して

コマンド/アドレス発生：A_0～A_7
IRS/CAS 発生
RAS/IRE 発生
シリアル入出力クロック発生：SIC, SOC

〈図 22〉 子画面の表示位置

H：水平走査線

▶ M52682P に対して

出力クロック発生：DAY
　　　　　　　　：DAR
　　　　　　　　：DAB
ブランキング・パルス発生

■ 本システムの特徴

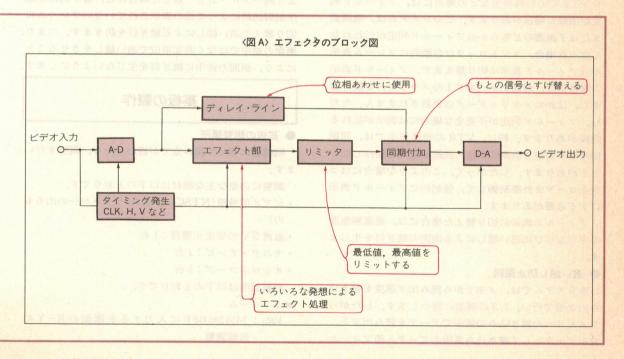
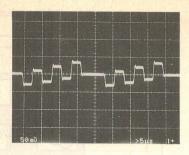
つぎに，このシステムの特徴である，4 フィールド・メモリを用いたフレーム表示および追い越し防止制御について簡単に説明します．

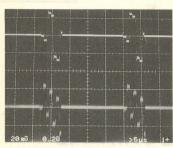
● フレーム表示

従来のシステムでは，メモリの価格などの問題により 1 フィールド・メモリでピクチャ・イン・ピクチャを実現した例がほとんどでした．しかし，最近 TV の大型化や高画質化が行われているため，従来の 1 フィールドで表示する方式では，解像度の不足が目立ち始めました．

〈図 A〉 エフェクタのブロック図

ビデオ入力　A-D　エフェクト部　リミッタ　同期付加　D-A　ビデオ出力
ディレイ・ライン
タイミング発生 CLK, H, V など
位相あわせに使用
もとの信号とすげ替える
最低値，最高値をリミットする
いろいろな発想によるエフェクト処理

〈写真 2〉
波形写真
(B−Y 信号色相調整)

〈写真 3〉
波形写真
(R−Y 色飽和度調整)

〈写真 4〉
波形写真
(子画面 R−Y 振幅調整)

〈写真 5〉
波形写真
(子画面 Y 振幅, クロマ調整)

このシステムは，大容量のフィールド・メモリを使用して子画面を奇数/偶数フィールドごとに記憶します．そして親画面の奇数/偶数フィールドに同期してインタレース表示を行います．したがってフレーム表示となり，これまでのフィールド表示に対して垂直解像度は向上します．

フレーム表示で注意する点は，フィールド判定を正確に行うという点です．フィールド判定は，水平同期信号，垂直同期信号，コンポジット同期信号をコントローラに入力して処理します．しかし，ノイズの影響やVTRでの特殊再生などの場合には，フィールド判定が困難な場合があります．このシステムは，親画面または子画面のどちらかのフィールド判定が行われなくなった場合，コントローラは自動的にフレーム表示からフィールド表示に切り替えます．フィールド表示の場合には，奇数フィールド1のメモリのみを読み書きし，ほかのメモリ・データは更新されません．ただし，フィールド判定が不完全な場合には表示が乱れる危険があります．特に，VTRの特殊再生では，同期信号が不安定で自動切り替え回路が正常に動作しないことがあります．したがって，このような場合にはコントローラを外部制御して，強制的にフィールド表示にする必要があります．

フィールド表示に切り替えた場合には，垂直解像度の劣化ならびに追い越しによる画面の継ぎ目を生じます．

● 追い越し防止回路

本システムでは，メモリから読み出す速度を書き込みの3倍で行い，1/3の画面に縮小します．したがってメモリへの書き込みの途中でデータを読み出すと，表示データとして書き込み直後のデータと前フィールドのデータを読み出してしまうため，子画面の途中で継ぎ目を生じます．これを追い越しと呼んでいます．

1フィールド・メモリのピクチャ・イン・ピクチャ・システムでは，この追い越し現象を防止することは不可能でした．そこでこのシステムでは，メモリを2フレームに分け，4フィールドのメモリに対して書き込みと読み出しを制御して，書き込みを行った順に読み出しを行います．その際，追い越しにより同一フレームでの書き込みと読み出しが一致しないように，順序制御回路をコントロールします．たとえば，追い越しにより同一フレームと一致した場合には，書き込みの順序制御回路によって他の表示されていないフレームに切り替えて追い越しによる継ぎ目を防ぎます．つまり，画面の途中ではなく画面単位で追い越しをさせることにより，画面の途中に継ぎ目を生じないようにします．

基板の製作

● 基板の調整箇所

回路図にそって組み立てが終わったら，調整を行います．

調整に必要な主な機材は以下のとおりです．

・ビデオ信号源(NTSC)：2台(カラー・バーの出るもの)
・直流5Vの安定化電源：1台
・モニタ・テレビ：1台
・オシロスコープ：1台

調整箇所は以下のとおりです．

▶ボリューム

VR_{11}：M51285BFPに入力する子画面のR−Yの振幅調整

〈表3〉
動作説明
（スイッチの使い方）

		"L"	"H"
SW_{18}(PIPON)	：子画面を表示するかしないかの選択	表示あり	表示なし
SW_{17}(WGEN)	：子画面の枠の選択	枠あり	枠なし
SW_{16}(SGL/MUL)	：1画面表示/4画面表示の選択	4画面表示	1画面表示
SW_{15}(SBT/B)	：子画面の上下の表示位置の選択	上	下
SW_{14}(SBL/R)	：子画面の左右の表示位置の選択	左	右
SW_{13}(STIL)	：子画面の動画/静止画の選択	静止画	動画
SW_{12}(FSEL)	：強制的にフィールド表示を可能にするか，自動判別するかの選択	強制的にフィールド表示が可能	自動判別
SW_{11}(FCNT)	：1フィールド表示/4フィールド表示の選択	1フィールド表示	4フィールド表示
SW_{10}(SOURCE)	：親画面/子画面の入れ替え		

VR_{12}：M51285BFPに入力する子画面のYの振幅調整

VR_{13}：子画面のクロマの振幅調整

VR_{14}：M51271SPの12ピン復調B−Yの色相の調整

VR_{16}：74S124の1ピン．VCOの発振周波数(640 f_H)の調整

VR_{17}：M51271SPの4ピン．子画面の色飽和度の調整

▶トリマ・コンデンサ

VC_{10}：M51285BFPの19ピン．VCXOの発振周波数(4 f_{SC})の調整

VC_{11}：M51285BFPの23ピン．親子画面のクロマの遅れの調整

VC_{12}：M51271SPの11ピン．VCXOの発振周波数(4 f_{SC})の調整

● 調整の手順

調整は以下の手順で行います．

(1) 基板端子"VIDEO IN_1"および"VIDEO IN_2"にビデオ・コンポジット信号を入力する(カラー・バー，振幅＝1 V_{P-P})．

(2) 基板端子"VIDEO OUT"をモニタ・テレビに接続する．

(3) 基板端子"V_{CC}"および"GND"に5Vの安定化電源をつなぎ，POWER SW_1をONする(LEDが点灯することを確認)．

(4) 子画面を表示させる(1画面表示，**表3**にしたがってSW_{18}＝"L"，他はすべて"H"とする)．

(5) B−Y信号色相調整

Tr_8のエミッタをモニタする．波形のピークが直線的な傾斜となるようにVR_{14}で合わせる(**写真2**)．

(6) R−Y信号色飽和度調整

Tr_7のエミッタをモニタし，波形の振幅が1 V_{P-P}となるようにVR_{17}で合わせる(**写真3**)．

(7) 子画面R−Y振幅調整

Tr_1，Tr_2のエミッタをモニタし，それぞれの振幅が同じレベルになるようにVR_{11}で合わせる(**写真4**)．

(8) 子画面Y振幅調整

VIDEO OUTをモニタし，子画面のYレベルが親画面のYレベルと同じになるようにVR_{12}で合わせる(**写真5**)．

(9) 子画面クロマ調整

VIDEO OUTをモニタし，子画面のクロマ・レベルが親画面のバーストに見合うようにVR_{13}で合わせる(**写真5**)．

(10) 子画面クロマ遅れ調整

VIDEO OUTをモニタし，親画面のバーストの色相に合うようにVC_{11}を調整して，遅れ時間を合わせる．

(11) その他，絵がおかしい場合はトリマVC_{10}，VC_{12}を調整する．

以上で調整は終わりです．

調整が終わったら，**表3**に従いスイッチを操作してコントローラが正常に動くことを確認します．

● おわりに

最近のテレビ番組を見ているとピクチャ・イン・ピクチャやマルチ画面，そしてストロボ機能，2ソース画面，ワイプ機能などの特殊効果の画面が放映されています．現在ではディジタルVTRと称して売られているフル・フィーチャやピクチャ・イン・ピクチャ・システムによって視聴者側でも上記の効果を実現できますし，編集機能をもたせることもできます．これら特殊効果は，近い将来VTRやテレビ・セットなどのビデオ装置に広く装備され，視聴者側で大いに楽しむことができるようになるでしょう．

◆引用文献◆

(1) M51285BFP，M51271SP，M52684AP，M52686AP，M52682P，M5M4C500L，M50541FPデータシート，三菱電機．

(本稿はトランジスタ技術1989年9月号の記事を再編集したものです)

家庭用のテレビやVTRにフィールド・メモリが入り，静止画，ストロボ画，スロー再生，高速再生などの特殊効果や，マルチ・スクリーン，ピクチャ・イン・ピクチャなどの特殊機能が実現して数年がたちました．

当時は，256Kビット級のメモリを5〜8個程度使っていましたが，最近1Mビット級のメモリで，しかもビデオ信号の書き込み，読み出しに便利なフィールド・メモリが出回ってきました．これを使うと，2個でフィールド・メモリ，4個でフレーム・メモリが構成でき，回路の小型化，低消費電力化が図れます．

以下に説明するフィールド/フレーム・メモリ回路は，NTSCコンポジット・ビデオ信号を入力して，フィールド画とフレーム画，動画と静止画，ストロボ動作のON/OFFを3個のスイッチで切り替えられるものです．また，ストロボのインターバルはロータリ・コード・スイッチで可変できます．

画像メモリの基本構成

ビデオ信号の1フィールドまたは1フレームを，ディジタル信号に変換して記憶する画像メモリの構成を図1に示します．

アナログのNTSCコンポジット信号は，A-Dコンバータでディジタル信号に変換してからメモリに書き込みます．出力ビデオ信号は画像メモリからデータを読み出し，それをD-A変換することにより得られます．コントローラは，メモリの書き込みと読み出しに必要なコントロール信号を画像メモリに出力します．

ビデオ信号をA-D変換してメモリに書き込むためには，ビデオ信号の最高周波数の2倍以上でサンプリングしなければなりません(標本化定理)．通常は，カラー・サブキャリア(f_{sc}=3.579545MHz=455f_h/2，f_h=水平走査周波数)の3倍かまたは4倍でサンプリングします．したがって，サンプリング周波数がカラー・サブキャリアの4倍(4f_{sc})の場合，画像メモリに要求されるデータ・アクセス時間は，

$1/(4\times3.579545\times10^6)=69.8\text{ns}$

となります．

また，一つのサンプリング値を8ビットに量子化した場合に必要とされるメモリ容量は，1フレームが525本の水平走査線で構成されているため，

$525\times(455/2)\times4\times8=3{,}822{,}000$ ビット

となります．

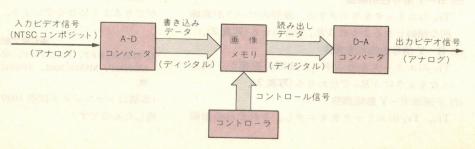
フィールド・メモリの場合は，この値の半分の値(1,911,000ビット)となります．同様に，サンプリング周波数が3f_{sc}の場合は，表1のようになります．

このように，画像メモリは高速(数10ns)かつ大容量(数Mビット)のメモリが必要とされます．

高速のバイポーラSRAMを使用すれば高速性は満足されますが，大容量化には多数のメモリを必要とし，

〈表1〉フィールド/フレーム・メモリに要求される性能

サンプリング周波数	メモリ・サイクル時間	メモリ容量(ビット)	
		1フィールド	1フレーム
3f_{sc}=10.738635MHz	93.1ns	1,433,250	2,866,500
3f_{sc}=14.31818MHz	69.8ns	1,911,000	3,822,000

〈図1〉フィールド/フレーム・メモリの基本構成

不経済で消費電力も大きくなります．また，大容量の汎用 DRAM を使用すれば，容量的には満足されますが，データ・アクセス時間が遅すぎて問題があります．

一般に汎用 DRAM を使って画像メモリを構成する場合，一連のデータ(直列)を並列データに変換してメモリに書き込み，メモリの見かけ上のデータ・アクセス時間を短縮します．

メモリからの読み出しは，並列にデータをメモリから読み出し，直列に変換します．たとえば，図2のように，この並列-直列変換と直列-並列変換が 1：4 の割合で行われれば，メモリのデータ・アクセス時間は入出力のデータ・レートにくらべて 4 倍まで許容できるようになります．

しかし，多数の高速バイポーラ RAM を使う場合，汎用 DRAM を直-並列/並-直列変換と組み合わせると，いずれにしてもアドレス回路が必要ですし，データ線，アドレス線，コントロール線の配線が複雑で，膨大な回路規模となります．

ワンチップ・フィールド・メモリ

このような問題を解決してくれるのが表2に示すワンチップ・フィールド・メモリです．これらのフィールド・メモリは，データの記憶部分が DRAM で，直-並列/並-直列変換回路，アドレス発生回路，リフレッシュ回路などが1チップ内に収められています．内部構造や制御方法は各社各様ですが，主な特徴を表2に示します．

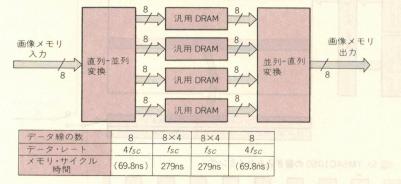
ここでは，大容量の割に制御が非常に簡単で，パッケージが小さく，手軽に使える TI 社のワンチップ・フィールド・メモリ(TMS4C1050)を使った，フィールド/フレーム・メモリ回路の構成方法について説明します．

フィールド・メモリ TMS4C1050 の構成

このメモリは 262,263×4 ビット構成の CMOS 技術を使用した高速非同期リード/ライト動作可能な，高速 FIFO(First-In/First-Out)動作を行うシリアル・メモリです．リード/ライトは，それぞれリセット後クロックに同期して待ち時間なしに動作することができます．

サイクル時間は，テレビの標準規格である NTSC，PAL にあわせ，30ns，60ns の2品種があります．また，セルフ・リフレッシュ回路も内蔵され，リフレッシュ動作は不要です．

〈図2〉直列-並列変換，並列-直列変換を用いた画像メモリ

データ線の数	8	8×4	8×4	8
データ・レート	$4f_{sc}$	f_{sc}	f_{sc}	$4f_{sc}$
メモリ・サイクル時間	(69.8ns)	279ns	279ns	(69.8ns)

〈図3〉TMS4C1050 の端子配置

ピン	名称	ピン	名称
1	WE	16	V_{DD}
2	RSTW	15	RE
3	SWCK	14	RSTR
4	D_{IN0}	13	SRCK
5	D_{IN1}	12	D_{OUT0}
6	D_{IN2}	11	D_{OUT1}
7	D_{IN3}	10	D_{OUT2}
8	V_{SS}	9	D_{OUT3}

〈表2〉代表的なワンチップ・フィールド・メモリ一覧

メーカ	型名	容量(ビット)	メモリ構造	シリアル入出力サイクル時間	入出力のシリアル・アクセス	ランダム・アクセス	パッケージ
日電	μPD41221	224K	320 行×700 列×1 ビット	70/90ns	入力または出力どちらか一方	不可	14 ピン DIP，400mil
三菱	M5M4C500	500K	320 行×256 列×6 ビット	50/60/100ns	非同期	可	28 ピン ZIP，400mil(高さ)
TI	TMS4C1050	1M	(256K＋120)×4 ビット	30/60ns	非同期	不可	16 ピン DIP，300mil
沖	MSM514221	1M	(256K＋120)×4 ビット	30/60ns	非同期	不可	16 ピン DIP，300mil
日立	HM53051	1M	1024 行×256 列×4 ビット	60ns	同期	ブロック	18 ピン DIP，300mil
富士通	MB81C1502	1M	306 行×960 列×4 ビット	W：50ns R：30ns	非同期	ブロック	28 ピン DIP，400mil
ソニー	CXK1205	1M	306 行×960 列×4 ビット	W：50ns R：30ns	非同期	ブロック	28 ピン DIP，400mil
松下	MN4700	1M	512 行×512 列×4 ビット	30ns	非同期	ブロック	40 ピン DIP，600mil
東芝	TC521000	1M	512 行×512 列×4 ビット	30ns	非同期	ブロック	40 ピン DIP，600mil

図3にこのメモリの端子配置を示します．このようにパッケージが小さいため，メモリの制御端子も少なく，使い方は簡単です．

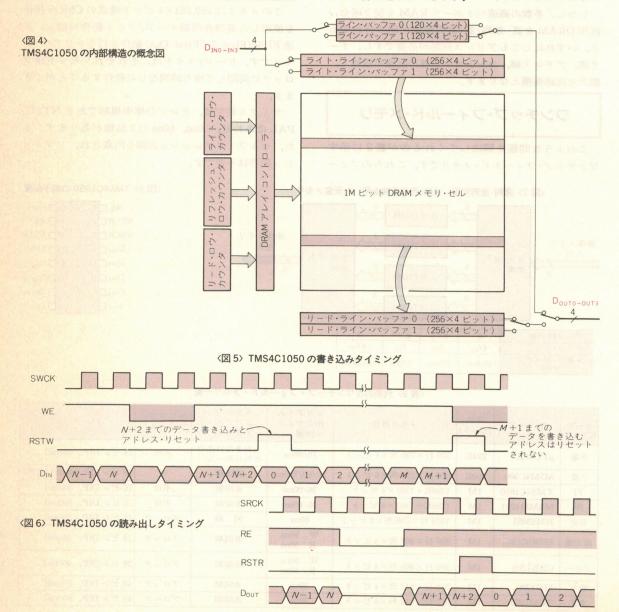
図4はこのメモリの内部構造の概念図です．

ライト・データはD_{IN0}～D_{IN3}から入力され，SWCKの立ち上がりで内部に取り込まれます．このSWCKの立ち上がりのとき，RSTWとWEが"H"だとライト・ロウ・カウンタがリセットされるとともに，入力されたデータは2本のライン・バッファのうちのどちらか一方に書き込まれます．

120ワード分のデータが書き込まれ，このライン・バッファがいっぱいになると，データは2本のライト・ライン・バッファのうちのどちらか一方に書き込まれます．

256ワード分のデータでライト・ライン・バッファがいっぱいになると，データはもう一方のライト・ライン・バッファに書き込まれます．

新しいライト・ライン・バッファがデータでいっぱいになる前に，前のライト・ライン・バッファのデータがDRAMセルに転送され，つぎの256ワードのデータに備えます．ライト・ロウ・カウンタは，DRAMセルへの書き込みが行われるごとにカウント・アップされます．

このように，2本のライト・ライン・バッファを交互に切り替えることにより，連続したデータを休むことなしに書き込みができます．

SWCKの立ち上がりのときRSTWが"H"でWEが"L"だと，ライト・ロウ・カウンタはリセットされずに，ライト・ライン・バッファのデータをDRAMセルに書き込むことだけを行います．つまり，一連のライト・データの最後の部分をDRAMセルに書き込むときに使います．

リード・データは，D_{OUT0}〜D_{OUT3}からSRCKの立ち上がりに同期して出力されます．SRCKの立ち上がりのときRSTRとREが"H"だと，2本のライン・バッファのうち，書き込み動作を行っていないほうのライン・バッファからデータが読み出されます．

このライン・バッファから120ワード分のデータを読み出している間に，2本のリード・ライン・バッファのうちどちらか一方に，DRAMセルからデータ転送が行われ，120ワード以降のデータ読み出しに備えます．

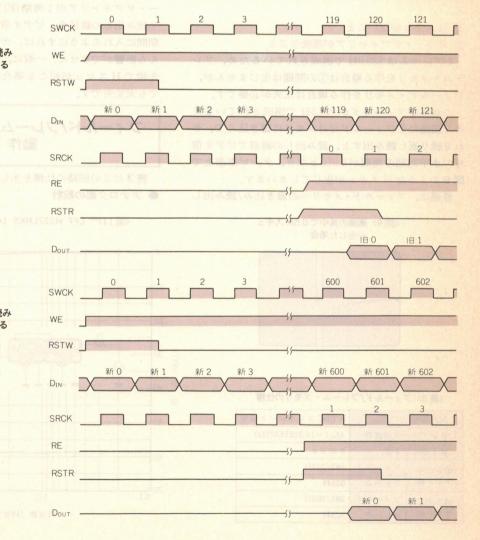
また，このリード・ライン・バッファからの読み出しが開始されると，つぎのデータがDRAMセルから，もう一方のリード・ライン・バッファへ転送され，つぎの256ワードの読み出しに備えます．リード・ロウ・カウンタは，DRAMセルからの読み出しが行われるごとにカウント・アップされます．

REが"L"だと，SWCKが立ち上がってもD_{OUT0}〜D_{OUT3}はハイ・インピーダンスとなり，読み出しは行われません．したがって，読み出しアドレスもカウント・アップされません．

リフレッシュは，ライト・ライン・バッファからDRAMセルへの転送と，DRAMセルからリード・ライン・バッファへの転送の合間に自動的に行われ，外部からのコントロールはいっさい必要ありません．

RSTW＝"H"の期間がSWCKの2クロック期間以上続く場合は，最初のSWCKの立ち上がりだけでアドレスがリセットされます．これはRSTRの場合も同じです．

ひとつだけ使い方で注意しなければならないことは，読み出しアドレスと書き込みアドレスが接近したとき

〈図7〉
アドレス差が120以下で読み出しが書き込みを追いかける場合

〈図8〉
アドレス差が600以上で読み出しが書き込みを追いかける場合

です．アドレス差が120以下で，読み出しが書き込みを追いかけると，読み出しデータは直前に書き込んだものではなく，その前に書き込んだデータとなります．

アドレス差が600以上の場合は，直前に書き込まれたデータが読み出されます．アドレス差が121～599の場合は，いずれのデータが読み出されるか決まっていません．

図5～図8にこのメモリのリード/ライト時のタイムチャートを示します．

リフレッシュ動作に関しては，内部のリング・オシレータよりリフレッシュ命令が512ロー/3.3msで実施できるように，1ロー/6.6μsの割合で発生させ処理しています．

フィールド/フレーム・メモリの構成

一般に，フィールド・メモリまたはフレーム・メモリを構成する場合，以下の点を注意しなければなりません．

① Hスキュがないこと

② カラー・サブキャリアが連続なこと

1フレームは525.0Hで構成されているため，フレーム・メモリを作る場合は①の問題は生じませんが，フィールド・メモリを作る場合は工夫が必要です．

これは1フィールドが262.5Hで構成されているため，正確に1フィールドだけメモリに書き込んで，それを繰り返し読み出すと，読み出しの継目でビデオ信号の水平同期の周期が0.5Hとなり，テレビ画面上で**図9**のような**H**スキュが生じてしまいます．

普通は，フィールド・メモリへの書き込み/読み出しを263.0Hと262.0Hを交互に繰り返すことにより，Hスキュをなくすとともに，読み出しのフィールド周波数を，書き込みのビデオ信号に一致させます．②の問題は，フィールド・メモリでもフレーム・メモリでも生じる問題です．

カラー・サブキャリアの位相は，1フィールド後には0.75周期ずれ，1フレーム後には0.5周期ずれる(反転)ためです．

したがって，正確に1フィールドまたは1フレームの期間をメモリに書き込んで，それを繰り返し読み出すと，読み出しの継目でカラー・サブキャリアの位相が不連続になってしまいます．これはテレビ画面の上部に色むらとなって現れます．

この問題は，ビデオ信号をメモリに書き込む期間を，カラー・サブキャリア(f_{sc})の周期の整数倍にする(f_{sc}に同期して)ことで解決します．

②の解決策を行うと，①の解決策が厳密には守れなくなります．しかし，それで生じるHスキュはカラー・サブキャリアの1周期(約280ns)以内です．メモリ読み出しの継目を，ビデオ信号の垂直ブランキング期間に入れるようにすれば，テレビに写る画面にはなんら影響がでません．一般に，Vブランキング期間の先頭でHスキュが起こる場合は，数μsのHスキュでも大丈夫です．

〈図9〉画面の真中で0.5Hスキュが生じた場合

〈表3〉フィールド/フレーム・メモリの仕様

項目		仕様
入力信号		NTSCコンポジット信号
サンプリング周波数		$4f_{sc}$(=14.31818MHz)
量子化ビット数		8ビット
書き込みライン数	フィールド	262/263H
	フレーム	525H
読み出しライン数	フィールド	262/263H
	フレーム	525H

フィールド/フレーム・メモリ回路の動作

表3にこの回路の仕様を示します．

● アナログ部の設計

〈図11〉[3] LPF H327LNKS 1495LDDの特性

〈図10〉フィールド/フレーム・メモリのアナログ部の回路図

Tr_1, Tr_2, Tr_3, Tr_5, Tr_6, Tr_7, Tr_{10}, Tr_{11}：2SC2458
Tr_4, Tr_8, Tr_9：2SA1048

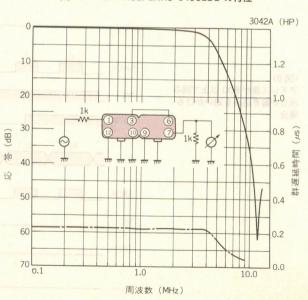
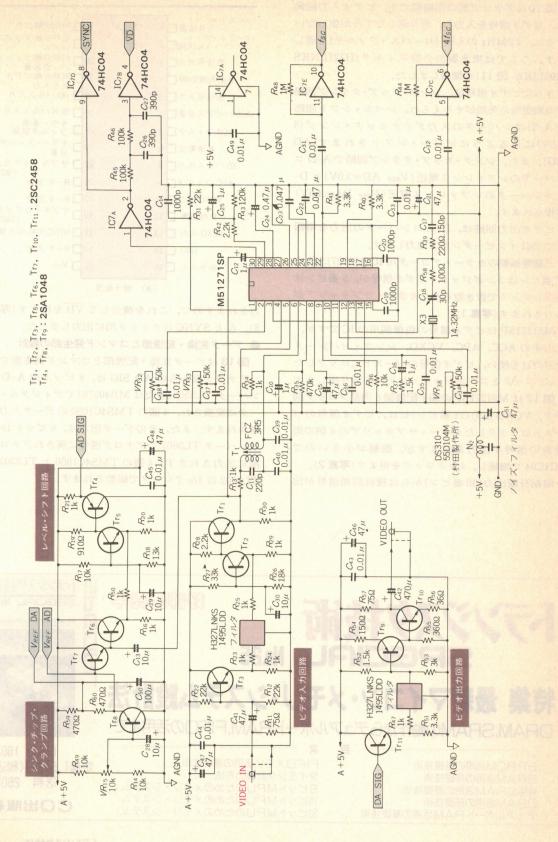



図10はアナログ部の回路図です．ビデオ入力回路は，ビデオ信号を入力し，折り返しひずみが生じないように，4.2MHzのLPF(ローパス・フィルタ)を通します．ここでは東光製の小型フィルタ(H327LNKS 1495LDD，図11)を使用しました．

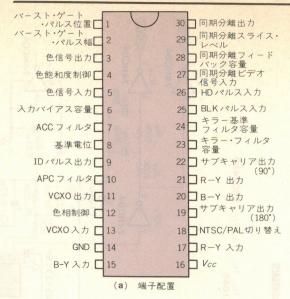
さらにビデオ信号は，シンク・チップ・クランプ回路で同期信号の先端がそろえられ，レベル・シフト回路でA-Dコンバータの入力ダイナミック・レンジ(3～5V)に入るようにレベル・シフトされます(AD SIG)．また，シンク・チップ・クランプ回路でA-Dコンバータのレファレンス電圧(V_{REF} AD=3.0V)とD-Aコンバータのレファレンス電圧(V_{REF} DA=4.0V)が作られます．

ビデオ出力回路は，D-Aコンバータの出力を増幅して75Ωインピーダンスで出力します．

三菱電機製のカラー・デコーダ用IC(M51271SP)の27番ピンはコンポジット・ビデオ信号が，5番ピンは共振トランスで抜き取られたカラー・サブキャリアが入力されます(写真1)．

M51271SPはビデオ信号の色復調用のICですが，その中のACC，APC，VCXO，シンク・セパレータなどだけを使い，ビデオ信号のバーストにロックした$4f_{sc}$クロックとコンポジット・シンクを取り出します．

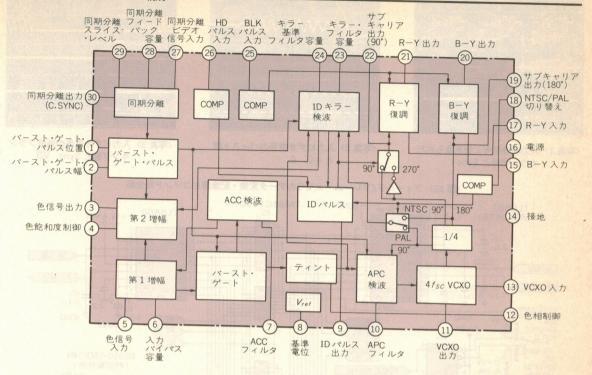
図12はM51271SPの端子配置図と内部ブロック図です．VCXO出力(11番ピン)には，ビデオ信号のバーストにロックしたカラー・サブキャリアの4倍の周波数の信号が出力されますが，振幅が小さいので74HC04で増幅し，$4f_{sc}$クロックを得ます(写真2)．

同期分離出力(30番ピン)からは複合同期信号が出力されますので，これを積分して$\overline{\mathrm{VD}}$を得ます(写真3)．f_{sc}とSYNCはチェック用に出力しました．

(a) 端子配置

● **データ変換・記憶部とコマンド発生部の設計**

図13はデータ変換・記憶部とコマンド発生部です．

アナログ部からのAD SIGは，8ビットのA-Dコンバータ TL5502(またはMB40578)でディジタル・データに変換され，4個のTMS4C1050のデータ入力に導かれます．また，そのデータ出力は，8ビットD-Aコンバータ TL5602でアナログ信号に戻されアナログ部に出力されます．4個のTMS4C1050とTL5502，TL5602は$4f_{sc}$クロックで駆動されます．

〈図 12〉[2] M51271SP の構成

TL5502 と TL5602 の端子配置を図 14，図 15 に示します．

コマンド発生部は，3 個のスイッチ出力からチャタリングを取り除き，$\overline{\text{FIELD}}$/FRAME，$\overline{\text{MOTION}}$/STROBE，$\overline{\text{STILL}}$/MS 信号をメモリ・コントロール部へ出力します．

● **タイミング発生部の設計**

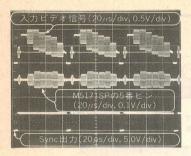
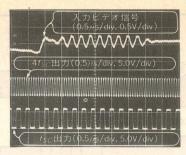
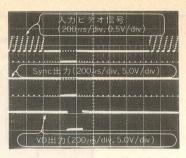
図 16 はタイミング発生部です．

$4f_{sc}$クロックは FF_1，FF_2 で 1/4 に分周され(f_{sc})，以下のロジックはすべてそのタイミングで動作します．したがって，メモリの書き込み，読み出しのアドレス・リセットなどは f_{sc}に同期することになり，メモリに書き込まれるビデオ信号と読み出されるビデオ信号のカラー・サブキャリアは連続となります．

アナログ部から入力された $\overline{\text{VD}}$ は，f_{sc}のタイミングで取り込まれ，図 17 に示したように，FLD INDX を反転，V カウンタをリセット，RSTR を "L" にします．

V カウンタは f_{sc}をカウントし，三つのタイミング信号 $\overline{\text{T0}}$～$\overline{\text{T2}}$ を出力します．$\overline{\text{T0}}$～$\overline{\text{T2}}$ はそれぞれ，$\overline{\text{VD}}$ のリーディング・エッジから約 256.0H，256.5H，257.0H 遅延したところに出力されます．それらを FLD INDX で切り替えて，TW，TR，RSTR を作ります．図 17 に示すとおり，これらの信号の周期は 1 フィールドごとに 262.0H と 263.0H を繰り返します．

● **メモリ・コントロール部**

図 18 はメモリ・コントロール部です．この回路は，コマンド発生部から $\overline{\text{FIELD}}$/FRAME，$\overline{\text{MOTION}}$/STROBE，$\overline{\text{STILL}}$/MS を，タイミング発生部から FLD INDX, TW, TR を入力し，メモリ・コントロー

〈写真 1〉 入力映像信号と抜き取られたカラー信号と Sync

〈写真 2〉 入力ビデオ信号のバースト部と $4f_{sc}$, f_{sc}

〈写真 3〉 入力ビデオ信号の垂直ブランキング部と Sync, $\overline{VD}$

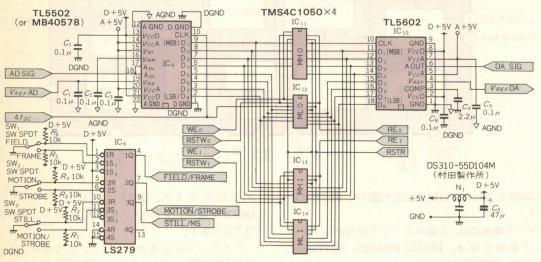
〈図 13〉 フィールド/フレーム・メモリのデータ変換・記憶部とコマンド発生部

ル信号 WE_0, WE_1, $RSTW_0$, $RSTW_1$, RE_0, RE_1 を 4 個の TMS4C1050 に出力します.

図 17 は, $\overline{\text{FIELD}}$/FRAME= "H", $\overline{\text{MOTION}}$/STROBE= "L", $\overline{\text{STILL}}$/MS= "H" のときで, 4 個の TMS4C1050(MH0/1, ML0/1)を使いフレーム動画が得られます.

$\overline{\text{STILL}}$/MS= "L" のときは $WE_{0/1}$, $RSTW_{0/1}$= "L" となり書き込みが停止し, フレーム静止画が得られます.

$\overline{\text{FIELD}}$/FRAME= "L" のときは, 2 個のメモリ (MH0, ML0)だけがフィールドごとに使用され, フィールド画が得られます.

$\overline{\text{STILL}}$/MS= "H", $\overline{\text{MOTION}}$/STROBE= "H" のときは, ロータリ・コード SW で設定されたタイミングでストロボ画が得られます.

スイッチの設定と, フィールド/フレーム・メモリ回路の動作を表 4 にまとめました.

● フィールド/フレーム・メモリ回路

今回試作したフィールド/フレーム・メモリは, 図 16, 図 18 の点線で囲った部分の回路を 2 個の PLD にまとめました. その試作基板を写真 4 に示します.

〈図 14〉 TL5502 の端子配置

ピン	名称	ピン	名称
1	GND	18	D_8(LSB)
2	V_{CC}D	17	D_7
3	COMP	16	D_6
4	V_{REF}	15	D_5
5	V_{CC}A	14	D_4
6	A OUT	13	D_3
7	V_{CC}A	12	D_2
8	V_{CC}D	11	D_1(MSB)
9	GND	10	CLK

〈図 15〉 TL5602 の端子配置

名称	ピン	ピン	名称
D GND	1	22	A GND
(LSB) D_8	2	21	V_{CC}D
D_7	3	20	V_{CC}A
D_6	4	19	V_{RB}
D_5	5	18	A_{IN}
D_4	6	17	A_{IN}
D_3	7	16	V_{RM}
D_2	8	15	V_{RT}
(MSB) D_1	9	14	V_{CC}A
CLK	10	13	V_{CC}D
D GND	11	12	A GND

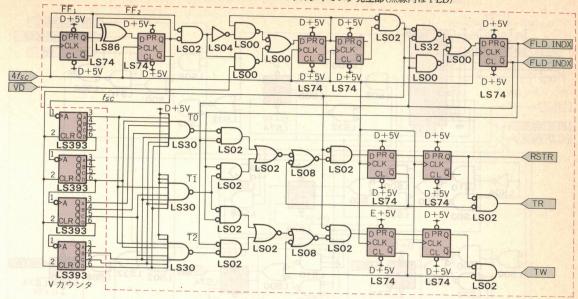
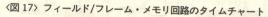
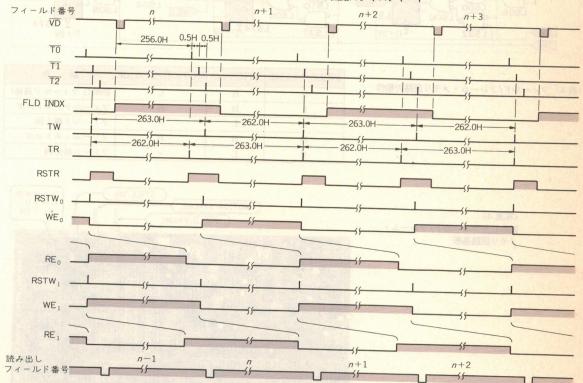
電源は, +5V 単一電源で, 600mA でした.

フレーム静止画とフィールド静止画の比較

これまで説明したフィールド/フレーム・メモリ回路を使って, フレーム静止画とフィールド静止画の比較をしました.

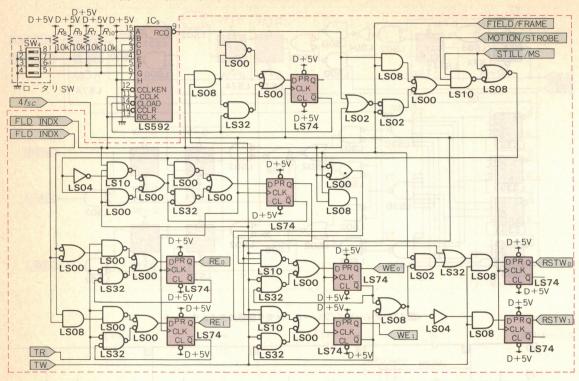
$\overline{\text{FIELD}}$/FRAME= "H", $\overline{\text{STILL}}$/MS= "H", $\overline{\text{MOTION}}$/STROBE= "L" にして, 出力ビデオ信号をテレビ画面で観察し, 適当なところで $\overline{\text{STILL}}$/

〈図16〉 フィールド/フレーム・メモリのタイミング発生部(点線内はPLD)

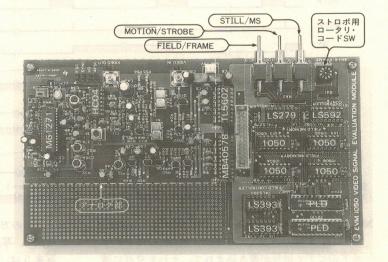
〈図17〉 フィールド/フレーム・メモリ回路のタイムチャート

MS= “L” にすると，フレーム静止画が得られます．

これは，4個のメモリ(MH0/1，ML0/1)に2フィールドのビデオ信号が書き込まれて，それを交互に読み出している状態です．ここで $\overline{\text{FIELD}}$/FRAME= “L” にすると，2個のメモリ(MH0，ML0)だけからビデオ信号が読み出され，フィールド静止画が得られます．この方法で静止画のテレビ画面を撮影したものが写真5，写真6です．

写真5は，文字が横に動いているシーンを撮影したものです．フレーム静止画［写真(a)］の場合，文字の横線部分は2フィールドの映像が重なるのではっきりと見えます．しかし，縦線部分は文字と背景が1フ

〈図18〉フィールド/フレーム・メモリのメモリ・コントロール部(点線内はPLD)

〈表4〉フィールド/フレーム・メモリ回路の動作

$\overline{\text{FIELD}}$/FRAME	$\overline{\text{STILL}}$/MS	$\overline{\text{MOTION}}$/STROBE	動　作
×	H	L	動画(1フィールド遅延)
L	H	H	フィールド・ストロボ
L	L	×	フィールド静止画
H	H	H	フレーム・ストロボ
H	L	×	フレーム静止画

〈写真4〉
試作したフィールド/フレーム・メモリ回路基板

ィールドごとに交互にフリッカ状に現れ，たいへん見づらくなります．

フィールド静止画［写真(b)］の場合はこのようなフリッカはおこらず，完全な静止画が得られます．しかし画面をよく見るとインタレースが行われていないため，走査線が半減して画面が粗くなっています．

(a)フレーム静止画

(b)フィールド静止画

〈写真 5〉文字が横に動いた場合のフレーム静止画とフィールド静止画(シャッタ速度 1sec)

(a)フレーム静止画

(b)フィールド静止画

〈写真 6〉テレビ画面の中で動きの遅い飛行機(真中の 1 機)**と動きの速い飛行機**(左右の 2 機)

写真 6 は 3 機の飛行機が飛んでいるシーンです．左右両側の 2 機は画面内で高速に動いているため，フレーム静止画［写真(a)］の場合はフリッカ状に二重に見えますが，フィールド静止画［写真(b)］の場合は完全に静止して見えます．

真中に飛んでいる飛行機は，画面内での動きが遅い(ほとんど静止)ためフレーム静止画でも止まって見えます．この飛行機の翼の輪郭をよく見ると，フレーム静止画ではインタレースが行われているため滑らかに見えます．フィールド静止画では走査線が半減するためギザギザに見えています．

以上のように，フィールド静止画は動いている映像でも完全に静止して見えますが，走査線が半減して垂直解像度が低下します．一方，フレーム静止画は動いている映像がフリッカ状に二重に見えてしまいますが，インタレースが保存されているため垂直解像度は低下しません．

フレーム静止画とフィールド静止画は，用途によって使い分ける必要があるでしょう．

◆参考・引用*文献◆

(1) TMS4C1050 データシート，日本テキサスインスツルメンツ．
(2)*M51271SP データシート，三菱電機．
(3)*H327LNKS1495LDD データシート，東光．
(4) 岩崎潔：ビデオ・フィールド・メモリの設計・製作，トランジスタ技術 SPECIAL No.5.

(本稿はトランジスタ技術 1988 年 6 月号の記事を再編集したものです)

ハイビジョンってなに?

最近，ハイビジョンという言葉をよく耳にするようになりました．新聞のテレビ欄にも，ハイビジョン実験放送と書かれた欄があります．

ハイビジョンはHDTV(High Definition TV)ともいわれ，現行のテレビとはくらべものにならないくらいの高画質が得られます．現在実用化されている高画質放送に，第一世代のクリアビジョンというのがありますが，現行のテレビとの差が一般の人の目にはあまりよくわかりません．しかし，ハイビジョンは，ほとんどの人々がその高画質を認めます．そのぐらいハイビジョンのポテンシャルは高いのです．

ハイビジョンの開発は，もう20年以上も前からNHKの技術者を中心に進められてきました．その間，仕様などの変更がいくつかあったものの，1987年7月に現在の方式が放送技術開発協議会(BTA)で案として決まり，1990年5月にようやく国際無線通信諮問委員会(CCIR)総会で勧告化されました．

1985年のつくば科学博覧会で放送されたものは現在の仕様の前の仕様で，一般に科学博仕様といわれています．

本稿では，現在のハイビジョンの仕様としくみをわかりやすく簡単に説明します．

ハイビジョンの特徴

● **現行テレビとの違い**

現在日本国内で使用されているテレビ方式がNTSC方式であることはよく知られていますが，このNTSC方式とハイビジョン方式のおもな違いを**表1**に示します．

ハイビジョンを見てまず気がつくのは，画面の縦横の比率の違いです．現行テレビが3：4なのに対して，ハイビジョンでは9：16(1：1.78)になります．

これは映画のビスタ・サイズ(1：1.85)とほぼ同じ比率です．また，映像の細かさという点では，現行放送の約5～6倍の情報量をもっており，大画面で見ても粗が目立ちません．したがって，近くで見ることができ，視野角の広い横長画面は臨場感でいっぱいです．

ハイビジョン放送信号は，後で少し説明するMUSEと呼ばれる伝送方式で衛星から送られてきます．このときの信号の周波数帯域は8.1MHzにまで圧縮されています．

現行テレビでは，色信号を輝度信号のスペクトルの谷間に周波数インタリーブして伝送するので，受像機側での完全な分離が困難で，これに伴うクロスカラーなどのクロストーク妨害がありました．しかし，ハイビジョンでは，色信号と輝度信号を時分割多重するものの混合はしないので，コンポーネント信号方式と同様となります．したがって，現行放送のような問題は

〈表1〉NTSC方式とハイビジョン方式の違い

項　目	NTSC方式(地上波)	ハイビジョン方式(MUSE)
画面サイズ(縦：横)	3：4	9：16
走査線数(有効走査線数)	525本(483)	1125本(1035)
フィールド周波数	59.94Hz	60.00Hz
放送映像周波数帯域	4.2MHz	20MHz(Y信号)
放送音声方式	FM多重方式	DPCM 4チャネル方式
標準観視条件 観視距離 視野角	画面高さの約7倍 約10度	画面高さの約3倍 約30度
クロス・カラー，クロス・ルミナンス妨害の有無	フィルタの種類によりある条件で発生する．あらゆる条件での完全分離は困難	時分割多重方式によりクロストークは発生しない
ゴーストの発生	受信条件によりゴーストが発生する	衛星放送によりゴーストは発生しない

〈表2〉[2] アナログ信号の規格

番号	項目		規格
1	フレーム当たりの走査線数		1125
2	フレーム当たりの有効走査線数		1035
3	インタレース比		2：1
4	アスペクト比		16：9
5	フィールド周波数		60.00Hz
6	ライン周波数		33750Hz
7	Y，GRB 信号レベル	ブランキング・レベル(基準レベル)	0mV
		白ピーク・レベル	700mV
		同期信号レベル	±300mV
		黒とブランキングのレベル差	0mV
8	P_R，P_B 信号レベル	ブランキング・レベル(基準レベル)	0mV
		ピーク・レベル	±350mV
		同期信号レベル	±300mV
		黒とブランキングのレベル差	0mV
9	公称 映像信号帯域幅 (MHz)	Y，G	30
		P_R，R	30
		P_B，B	30
10	同期信号形式		3値同期
11	水平ブランキング幅		3.77μs
12	垂直ブランキング幅		45ライン

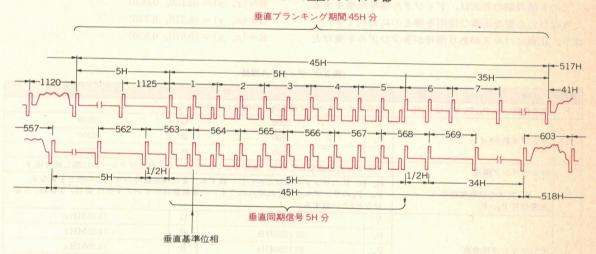
〈図1〉[2] ハイビジョン3値シンク(H)

水平基準位相

a	フロント・ポーチ	0.59±0.03μs	
b	水平同期パルス	0.59±0.03μs	
c	水平ブランキング	3.77±0.05μs	
d	クランプ期間	1.19±0.19±0.05μs	
e	垂直同期パルス	11.86±0.05μs	
f	立ち上がり時間	50±20ns	
S_m	負極性パルス振幅	300±6mV	$\lvert S_m - S_p \rvert$ ＜6mV
S_p	正極性パルス振幅	300±6mV	
V	映像信号振幅	700mV	

Y, P_B, P_R R, G, B } の各チャネルに付加される.

同期信号のオーバシュートは30mV以下
周波数は33.750kHz±10ppm
と規格されている

〈図2〉[2] ハイビジョンの垂直ブランキング部

なく，良好な映像が得られます．

また，音声でも現行放送はFM多重方式なのに対して，ハイビジョンではディジタル処理方式なので，クリアでダイナミックなPCMサウンドが4チャネルで得ることができます．

● 放送以外での利用方法

ハイビジョンは映像の情報量が多く，高画質であるため放送分野以外での使用も期待されています．例としては，医療用に手術の模様を教育用として記録したり，印刷の分野への利用，100～200人程度の小ホールでの映画の上映，コンピュータとリンクさせて絵画などの静止画ファイルとしての利用などなど，夢は広がります．

ハイビジョンの信号規格

● アナログ信号のスタジオ規格

ハイビジョンのアナログ信号規格の伝送規格を表2に示します．

現在使用されているアナログ信号規格は，BTAのS-001というスタジオ規格に準拠するものです．

ハイビジョンの走査線の数は1125本で，そのうち

有効走査線数は1035本です．また，フィールド周波数は60Hzちょうどで NTSC のような2：1インタレース方式で走査します．

この規格では，映像信号をR，G，Bの原信号またはY，P_B，P_Rの輝度信号とふたつの色差信号で伝送するコンポーネント信号伝送方式を使用することになっています．

したがって，伝送には基本的に3本の伝送路が必要になります．基本伝送方式に2タイプが存在するのは，利用方法により都合のよいほうが使用できるためです．放送分野では色差信号を用いた方式が，印刷では原色信号を用いた方式が利用され，両者にプライオリティはありません．

映像信号の伝送信号レベルは，通常 NTSC 方式のように75Ω終端での電圧値で示し，100％レベルが700mV になります．同期信号レベルの先端が−300mV あるので，信号全体では$1V_{P-P}$になります．

同期信号の形は NTSC 方式とは少し違います．図1にハイビジョンで使用される3値同期(3値シンク)方式を示します．水平同期信号の基準位相は，信号の負から正に立ち上がるときのペデスタル電位になります．

この3値同期の方式は，ディジタル信号処理をするときなどに必要な正確な位相を得るのに有利です．つまり，正負にパルスがあり信号が多少ひずみを受けたときでも比較的安定にゼロ・クロス点の基準位相を得ることができます．3値同期信号は，三つのコンポーネント信号すべてに付加することになっています．

垂直ブランキング期間は，垂直同期信号の5H分を含んで各フィールドに45H分ずつあります．このようすを図2に示します．基本的には NTSC 方式とよく似ていますが，垂直基準位相が明確にされています．

なお，コンポーネント信号のため，NTSC 方式のようなカラー・バーストはありません(実は科学博仕様ではあったのですが…)．

色差信号のP_B，P_Rの各信号は，B−Y信号に1/1.846とR−Y信号に1/1.442を掛けて圧縮することにより，信号レベルが100％のとき$1V_{P-P}$となります．ここで，NTSC 方式のように各信号の混合関係を整理しておきましょう．

まず，使用される白色信号の色度座標はCIEの色度図上で

D−65＝(x，y)＝(0.313，0.329)

となります．この値は，NTSC 方式よりやや暖かい色とでも表現しましょうか．この座標をD−65と呼んでいて，ヨーロッパのテレビなどで使用されている値と同じです．また，3原色の各座標は

B＝(x，y)＝(0.150，0.060)

G＝(x，y)＝(0.210，0.710)

R＝(x，y)＝(0.670，0.330)

〈表3〉[2] ディジタル規格

<table>
<tr><th>番号</th><th>項　　目</th><th colspan="5">規　　格</th></tr>
<tr><td>1</td><td>信号形態；Y, P_B, P_RまたはG, B, R</td><td colspan="5">信号はすべてガンマ補正済みの信号から得られる．</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2</td><td rowspan="3">サンプル数/ライン</td><td>Y</td><td>2200</td><td>G</td><td colspan="2">2200</td></tr>
<tr><td>P_B</td><td>1100</td><td>B</td><td colspan="2">2200</td></tr>
<tr><td>P_R</td><td>1100</td><td>R</td><td colspan="2">2200</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>サンプリング構造</td><td colspan="5">サンプル点は直交しており，水平ライン，フィールドおよびフレームに関し繰り返す．</td></tr>
<tr><td>G，B，Rまたは輝度信号Y
色差信号P_B，P_R</td><td colspan="5">G，B，Rのサンプル点はたがいに一致する．また輝度信号のサンプル点とも重なる．P_B，P_Rのサンプル点はそれぞれのラインの奇数番目のサンプル点(1番目，3番目，5番目など)と一致する．</td></tr>
<tr><td rowspan="4">4</td><td rowspan="4">サンプリング周波数</td><td>Y</td><td>74.25MHz</td><td>G</td><td colspan="2">74.25MHz</td></tr>
<tr><td>P_B</td><td>37.125MHz</td><td>B</td><td colspan="2">74.25MHz</td></tr>
<tr><td>P_R</td><td>37.125MHz</td><td>R</td><td colspan="2">74.25MHz</td></tr>
<tr><td colspan="5">注1)　サンプリング周波数の許容量は1125/60スタジオ規格のライン周波数の許容値と同じとする．</td></tr>
<tr><td>5</td><td>量子化法</td><td colspan="5">直線量子化8ビットまたは10ビットとする．</td></tr>
<tr><td rowspan="3">6</td><td rowspan="3">有効サンプル数/ライン</td><td>Y</td><td>1920</td><td>G</td><td colspan="2">1920</td></tr>
<tr><td>P_B</td><td>960</td><td>B</td><td colspan="2">1920</td></tr>
<tr><td>P_R</td><td>960</td><td>R</td><td colspan="2">1920</td></tr>
<tr><td>7</td><td>アナログ・ビデオとディジタル・ビデオのタイミング</td><td colspan="5">注2)　ディジタル・アクティブ・ビデオの後端からアナログ水平規準位相までは88クロック期間とする．</td></tr>
<tr><td rowspan="3">8</td><td rowspan="3">ビデオ信号レベルと上位8ビット量子化レベルの対応</td><td colspan="5">スケールは0から255である．</td></tr>
<tr><td>Y</td><td colspan="2">220レベルを割り当てる．ペデスタルをレベル16とし，ピーク白レベルを235とする．信号はときおりレベル235を超えることができる．</td><td rowspan="2">G
B
R</td><td rowspan="2">Yに準じる</td></tr>
<tr><td>P_B, P_R</td><td colspan="2">225レベルを割り当てる．ゼロ・レベルを128とする．</td></tr>
<tr><td>9</td><td>コード割り当て</td><td colspan="5">上位8ビットの量子化レベル0および255は同期だけに用いる．レベル1から254はビデオに使用できる．</td></tr>
</table>

となります．

ハイビジョン信号を色差信号方式で伝送するときのY，P_B，P_Rの各信号の方程式は，3原色がガンマ補正された後の信号で

$$Y=0.644G+0.279R+0.077B$$
$$R-Y=-0.644G+0.721R-0.077B$$
$$B-Y=-0.644G-0.279R+0.923B$$

となり，伝送時にはR−Y,B−Yの各信号を圧縮して

$$P_R=(R-Y)/1.442$$
$$P_B=(B-Y)/1.846$$

の形で伝送します．

ガンマ補正は，NTSC方式同様送信側補正となっています．

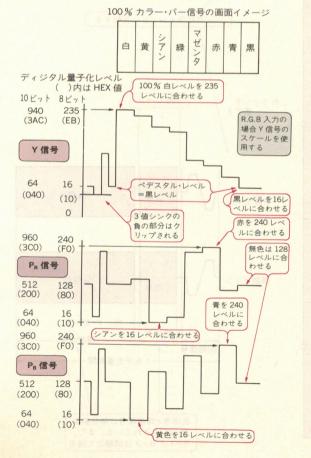
$$L=\{(V+0.1115)/1.1115\}^{1/0.45} \quad \text{ただし，} V \geqq 0.0913$$
$$L=V/4.0 \quad \text{ただし，} V<0.0913$$

L；再生時の光

V；映像信号

この関係式は，理想的なガイドラインとして規定されています．

● **ディジタル信号規格**

ハイビジョンの映像信号は，その高画質をフルに活用するために，信号のディジタル伝送化が主流になりつつあります．

このハイビジョン信号のディジタル化の規格は，CCIRのRec-601という規格(通称，4：2：2)からのアップバージョンと考えることができます．ハイビジョン信号の輝度(Y)信号は，公称周波数帯域幅を30MHzとし，ディジタルでの1H当たりのサンプル数を2200としています．P_B，P_Rの色信号の公称周波数帯域幅は半分の15MHzとしています．これらの関係を整理すると**表3**になります．

各信号の量子化規格を**図3**に示します．量子化ビット数には，8ビットと10ビットがあります．現在8ビットはVTRなどで使用されています．10ビットの仕様は，現在のところ対応するA-Dコンバータの数があまりなく，ごく一部の産業用機器にだけ使用されています．しかし，近い将来10ビット化が主流になるでしょう．

量子化レベルと信号のスケールは，**図3**からも理解できるようにCCIR Rec-601規格と同じような取り方をします．輝度信号のペデスタル・レベルは16(64)レベルに合わせ，ハイビジョンではペデスタルと黒レベルを同レベルで使用します．100％レベルは235(940)レベルで使用します．色信号のペデスタル・レベルは128(512)に合わせ，これを基準に100％飽和のとき±112(448)レベルになります．〈( )内は，10ビットのとき〉

BTAの規格にS-002(案)というのがあって，これらの規格が明記されています．また，この規格の中で，映像信号として使用できる量子化レベルは，1〜254(3〜1020)までとしています．これ以外の領域は，タイミング・コードや認識コードとして使用されます．

伝送方法は，各信号ともパラレル・ビットのECLレベルを使用したバランス伝送で行います．線材には，シールドされたツイスト・ペア線を使用します．

R，G，Bの原色伝送の場合，この3組の信号とクロック(74.25MHz)で伝送しますが，Y，P_B，P_Rの場合，P_B，P_Rの信号は，時分割多重してYと同じ74.25MHzのクロック・レートで伝送します．この場合は，2組とクロックになります．

〈図3〉量子化規格

MUSE伝送方式

● **方式の概要**

現在放送衛星を使用して行われているハイビジョンの実験放送は，MUSE(ミューズ)と呼ばれる伝送方式を使用して行っています．

MUSE(Multiple Sub-Nyquist-Sampling Encoding)方式は，現在行われている衛星放送のチャネルを利用してハイビジョンの信号を伝送するために，TCI

(Time Compressed Integration)方式と帯域圧縮技術により実現しています．

衛星放送の1チャネルの周波数帯域は27MHzですが，衛星からの電波が地上にたどりつくまでには非常に微弱な電波になるので，S/Nに強いFM変調方式を使用するため，特性よくFM変調できる信号の帯域はその約3分の1程度の9MHz程度となります．

9MHzの限られた帯域内で，広帯域なハイビジョンの信号を伝送するには，当然，信号の圧縮技術が必要になります．MUSE方式の信号は，つぎに説明するような技術を取り入れて，音声4チャネルも含めた全信号の帯域を8.1MHzまで圧縮しています．

以下にMUSEで使用される技術について簡単に説明します．これらの技術は，人間の目の特性と，映像信号特有である，一つの画素とその回りの画素の相関が強いことをうまく利用することを前提に考えられたものです．つまり，人間の目の弱点である動画に対する解像能力の弱さと，色成分に対する細かい識別能力の弱さ，斜め方向の解像能力の弱さなどの点について映像情報量を減らし，周波数帯域を圧縮しています．

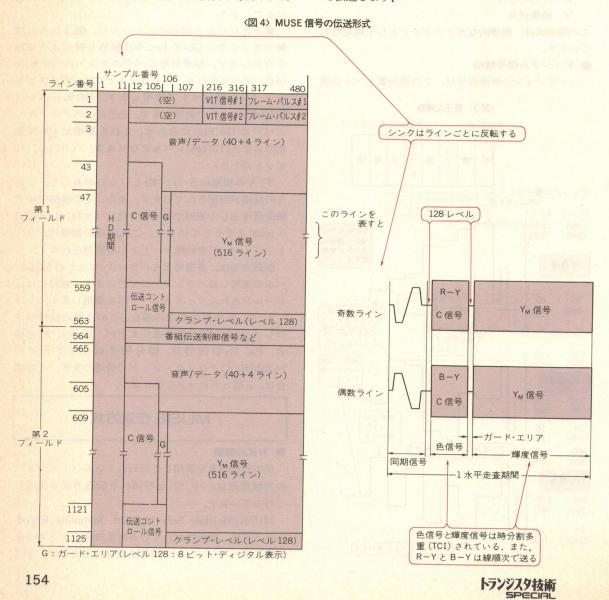
図4はMUSE信号の伝送形式を示したものです．

● 色信号と輝度信号の時分割多重

MUSE方式では，ベース・バンドの色信号(R−Y, B−Y)を周波数で1/4に圧縮して，さらに線順次という方法により1ラインごとにR−YとB−Yを交互に輝度信号に時分割多重して伝送します．

● 音声の時分割多重

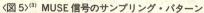
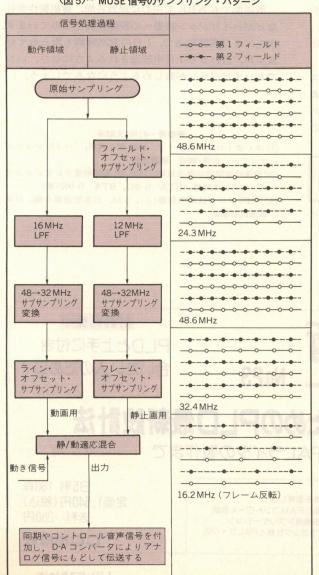
音声は，ベース・バンドの垂直ブランキング期間に相当するところにPCMデータとして，4チャネル分が時分割多重されています．音声についても準瞬時圧縮伸長DPCM方式によりデータ圧縮して1.35Mbpsで伝送します．

〈図4〉MUSE信号の伝送形式

● **オフセット・サブサンプリングによる圧縮**

MUSE方式では，三つのサンプリング方式を使用します．フレーム間オフセット，フィールド間オフセット，ライン間オフセットです．図5にサンプリング・データの圧縮のようすを示します．

1回のサブサンプリングでは，単純にデータ量を2分の1に減らすことができます．しかし，オフセット・サンプリングの場合，映像の静止画の領域と動画の領域では，使用できるサンプリング方法が違ってきます．

つまり，動画などの場合，時間とともにデータが大きく変化するので，フィールドやフレーム間のサブサンプリングは映像のボケを生じるので使用できません．また静止画のとき，ライン間の処理をすると解像度の低下が目立ちます．

〈図5〉[3] MUSE信号のサンプリング・パターン

したがって，これら2種のサンプリング・パターンを，映像の動き検出により適応的な切り替え処理をしています．また，カメラの微少な揺れや，ゆっくりしたパン（水平移動）の場合，すべての画素についての動きとなり，著しい画質劣化が生じるので，動いた方向へのベクトル補正により静止画処理ができるよう工夫されています．

以上のことからMUSE方式では図5に示すように，48.6MHzの原始サンプルを動き適応形のサブサンプリングを行うことにより，16.2MHzのサンプリングにまで圧縮し，いったんD-Aコンバータにより8.1MHzのアナログ信号になおして伝送します．

MUSE信号をデコードし，もとのハイビジョン信号に戻したときの解像度は，輝度信号が静止画領域ではほぼ原始サンプルに等しく20MHz程度（水平解像度600本強）が得られ，動画では12MHz程度となり，また斜め方向の解像度はなくなってしまいます．

実際のMUSE信号の実用化では，受信側でのサンプリング・クロックの再生が重要なポイントになります．クロックの位相がうまく管理できないと十分な画質が得られません．

MUSE方式では，3値シンクをラインごとに反転させる方法と，信号の中に基準クランプ・レベルを送り，これを元に信号にクランプをかけ，シンクの正確な基準位相を検出しやすくしています．

また，このシンクは，ベース・バンドのときと違い，量子化レベルの半分（8ビットの場合128レベル）を中心に付加することにより，FM変調での伝送時の周波数偏移を広く取りS/N改善を狙っています．

また，FM変調時S/N改善の目的で使用されるエンファシス処理は，ノンリニアなものを使用し，効果を高めています．

MUSE信号放送を現行テレビで見る

MUSE信号は通常ハイビジョンのベース・バンド信号（Y，P_B，P_R）にデコードされますが，信号の性質上比較的簡単にNTSC方式に準ずる信号に変換することができます．この機器には，現在一部のメーカで発売されているMUSE-NTSCコンバータ，または，これを内蔵したテレビがあります．

MUSE方式の信号をNTSCテレビで楽しむとき，音声に関するディジタル処理はハイビジョンとまったく同じです．したがって，

MUSE 信号の A－D 変換までは，同じ回路となります．

NTSC 信号への変換時，映像の情報量よりも回路の簡単化，ローコスト化を考えた場合，比較的簡単なディジタル技術で NTSC の放送レベルの画質が得られます．

ここで，いちばん問題になるのが画面のアスペクト比です．現行の 3：4 のアスペクト比で 9：16 のハイビジョンを見るには上下をブランクにするか，横を切り取ってしまうかのどちらかになります．前者の場合，垂直解像度が低下し，後者の場合は見えない部分ができます．

また，フィールド周波数の微少な差も問題になることがあります．ハイビジョンのフィールド周波数は 60Hz ちょうどで，NTSC 方式は 59.94Hz です．その差は，わずかに 1000 枚に 1 枚程度ですが，NTSC 方式での輝度信号と色信号の周波数インタリーブが成り立たなくなり，ノンスタンダードな信号になります．このため，クリアビジョンなどで使用される 3 次元 Y/C 分離回路などの性能が十分に発揮できません．

MUSE-NTSC コンバータは，テレビに内蔵してコンポーネント処理のまま使用するほうが有利に思います．また，近い将来実用化されるはずの第 2 世代のクリアビジョン(アスペクト比がハイビジョンに同じ)では，相性のよい機器になるでしょう．

現在のハイビジョン機器

現在まで(1991.10)に発売されているハイビジョン機器は放送用が主流で，民生機器用は大型モニタと MUSE デコーダ，LD(Laser Disk)プレーヤぐらいしかありません．

そのひとつひとつのお値段は普通乗用車 1 台がかるく買えてしまうくらいします．

VTR に関しては，放送用はディジタル VTR が主流ですが，そのテープの消費量が非常に多く，民生機器では実用的でありません．民生機器の VTR は，MUSE 信号をアナログ記録するタイプが試作されています．しかしながら，まだまだ実用化というレベルではないようです．LD はベース・バンド記録のものと MUSE 信号記録の 2 タイプが実用化されていますが，記録時間の点で問題があり，映画を 1 枚のディスクに納めるにはまだ少し時間がかかりそうです．

しかし，半導体技術をはじめハイビジョン技術は確実に進化し，また，低価格化しています．

放送面でも NHK を中心に民放各局，番組製作会社などがハイビジョン機器への設備投資を始めています．現在はまだ実験放送で，1 日の放送時間も限られていますが，近いうち 1 日中放送されるようになり，いつでもハイビジョンが楽しめるようになるでしょう．

◈参考・引用*文献◈

(1) エレクトロニクスライフ　1990 年 1 月号，「ハイビジョンのすべて」　企画/構成　藤原正雄

(2)*放送技術開発協議会規格，1125/60 高精細度テレビジョン方式　スタジオ規格，BTA　S-001，BTA　S-002(案)

(3)*NHK テレビ技術教科書(上)，p.84，日本放送協会編，日本放送出版協会

わたしたちが普段なにげなく見ているテレビも，よく見るといろいろな効果(エフェクト)が使用されていることわかります．とくにコマーシャルなどでは，最新機器のエフェクトが使用されているようです．

家庭用ビデオ・ムービーが普及してビデオ撮影は簡単にできるようになりました．さらに，最近の技術進歩により，驚くほど映像がきれいになりました．

しかし，撮影したビデオ・テープをわたしたちが見ているテレビのように編集しようとすると，なかなか難しい問題があります．

ビデオの編集は半分あきらめている方もいらっしゃるのではないでしょうか．

しかし，ビデオ編集にだんだん凝ってしまって，テレビ放送並みとはいかなくても，少しでも近いものに仕上げて作品の品位をあげようとするビデオ・マニアの方も多いと思います．

ここでは，ビデオ編集の基礎のノウハウ，応用にいたるまでをわかりやすく説明したいと思います．おもにどんな機器をどのように使用したらよいかを解説します．

また，本誌にもビデオ編集に威力を発揮するビデオ・エフェクタがいくつか紹介されています．さらに，現在市販されている比較的手ごろな編集機器もいくつか紹介しますので参考になればと思います．

編集の専門用語を理解しよう

ビデオ編集の世界でもやはり専門用語がいくつかあります．この専門用語も人や場所によって多少言い方が違う場合もありますが，代表的なものをいくつか説明します．

● アセンブル編集とインサート編集

ビデオ編集には大きくわけて，アセンブル編集とインサート編集があります．

アセンブル編集は一つ一つのカット(映像シーン)をつなぎ合わせて編集していきます．

インサート編集は，ベースとなる映像のうえに必要なカットをすげ替えるように編集していきます．両者は一見同じように思われますが，目的に応じて使い分けをしないと，とくに家庭用のVTRを使用してビデオ編集を行った場合，編集の途中でノイズが入ったり，同期が乱れたりすることがあるので注意が必要です．

両編集方式の大きな違いは，VTRに記憶するコントロール信号(垂直同期信号に同期した信号)を，映像信号といっしょに新たに記録するか，そうしないかです．

記録するビデオ信号に同期したコントロール信号を新たに記録するのがアセンブル編集の特徴で，すでに記録されているコントロール信号に映像を同期させて記録するのがインサート編集です．

アセンブル編集では，過去に記録されていた映像信号の同期を無視して記録するため，アセンブルが終了したあとの映像と，アセンブルした映像のつなぎ目には同期信号の連続性がなくなります．

このため，映像が流れ，ほとんどのVTRで映像のないノイズのブランク部分がでてしまいます．また，音声トラックも新たな信号が記録されるため，過去の音声は消えてしまいます．したがって，アセンブル編集を始めたら最後までアセンブル編集をする必要があります．

インサート編集では，過去に記録されたコントロール信号にしたがって記録されます．この場合，同期信号の連続性が保たれる(変化しない)ので，映像のつなぎ目はスムーズに行われます．しかし，インサート編集では，過去に記録されている信号が安定なものであることが条件で，同期信号の不連続性やなにも記録されていない部分へのインサート記録はできません．

また，音声は映像信号とは別にインサートする，しないを選択でき，あらかじめ記録していた音声にあわせて映像を編集することもできます．これと反対のケースで，できあがった映像にあとから音声を追加編集することをアフレコ(アフター・レコーディング)と呼んでいます．

以上のように，アセンブル編集とインサート編集は，その使用目的に応じて使い分けをします．たとえば，旅行などでいろいろな所を撮影したテープを30分に

〈写真 1〉 電子テロッパ VW-KT300(松下電器)

〈写真 2〉 漢字ビデオ・タイトラ XV-J770(ソニー，左)

まとめて編集したい場合，必要なところをアセンブル編集でつないで，あとで必要に応じたタイトル画などをインサート編集したり，アフレコでナレーションを入れたり….

最近の家庭用 VTR は，性能や機能がアップしていて，ほとんどの VTR でフライング・イレーズ・ヘッド(回転・消去ヘッドの通称)が採用されるようになり，比較的きれいな映像のインサート編集ができるようになりました．しかし，家庭用 VTR のフライング・イレース・ヘッドの消去能力は，フルイレーズ・ヘッド(テープ全部を消す固定消去ヘッドの通称)にはおよばず，アセンブル編集のほうが映像がきれいな場合が多いようです．

● キーイングってなに

ベースとなる映像に，もう一つの映像を合成することをキーイングといいます．キーイングの代表的なものに，スーパーインポーズやクロマキーなどがあります．

スーパインポーズは文字や CG(コンピュータ・グラフィック)などの映像を合成することをいいます．

クロマキーは，ある単一な色背景部(青や緑が多く使用される)の前にキーイングする映像となるものを

ビデオ編集ではS端子とビデオ端子のどちらを使ったらよいか

S 端子の付いている VTR や周辺機器を使用する場合，通常のビデオ端子を使用する場合にくらべ，あきらかに S 端子による編集のほうが画質がきれいです．とくに，何台もの周辺機器をつないだ場合やダビングを繰り返した場合，その差ははっきりわかるようになります．

ビデオ編集するとき，S-VHS や Hi 8 方式の VTR では S 端子が使用できます．この S 端子の信号は，輝度信号と色信号が別々に伝送できるように作られたもので，この伝送方式の最大のメリットは，輝度信号と色信号のクロストーク妨害による画質劣化が発生しないことです．

家庭用 VTR では，テープ上に輝度信号と色信号を別々の方式で記録します．このため，VTR にコンポジット・ビデオ信号の形で入力した場合 VTR 内で分離することになります．

VTR によるダビング編集時，ビデオ信号を使用して編集すると，輝度信号と色信号の分離(Y/C 分離)と混合が繰り返し行われ，画質劣化が目だってきます．具体的には垂直方向への色落ちや，色にじみ，クロス・カラーなどが大きくなります．

S 端子による編集では不必要な Y/C 分離を行わないため，これらの発生を最小限にすることができます．

また，編集で使用する周辺機器のなかには，コンポジット・ビデオ信号をコンポーネント・ビデオ信号に変換して処理するものがあり(TBC など)，これらの入出力も S 端子と通常のビデオ端子では，あきらかに画質に差がでます．

〈図 A〉 S 端子(ソニー，SLV-R5)

〈写真 3〉 ビデオ・タイトラ JX-T800(日本ビクター)

〈写真 4〉 AV ミキサ XV-Z10000(ソニー)

置き，色背景部に別の映像(風景など)をキーイングすることをいいます．

テロップ文字をスーパインポーズするには，それなりの機器が必要です．ひと昔前のテロッパは白黒カメラを使用したもので，手書きの文字を撮影して，これからキー信号を発生させ，スーパインポーズしていました．

現在でも放送局ではこの方式が根強く残っています．理由は手書きでしかできない書体があるためです．

しかし，最近家庭用 VTR の編集用に 10 万円前後でかなり高等なことができる電子テロッパが発売されています．

代表的なものに，文字品位のよい松下電器の VW-KT300，メモリ・カードが使用できるソニーの XV-J770，手書き入力で文字変換可能なビクターの JX-T800 などがあります．

天気予報などでよく使用されるクロマキーは，放送機器では標準的な機能ですが，家庭用 VTR とカメラでこの効果を作ろうとすると，ちょっと難しいかなといった感じです．

いちばん安い機器でも 70 万円(ソニー，XV-Z10000 に付いている)もします．

● 映像をワイプするって

ふたつの映像を車のワイパが拭くように切り替えることをワイプするといいます．このとき，どのような形で切り替えていくかによって効果が違ってきます．この効果選択のことをワイプ波形を選択するといいます．波形の基本的なものに，縦拭き，横拭き，ウィンドウ，コーナ，丸などがあります．

ワイプのバリエーションには，映像の切り替わり目をソフトにぼかしたソフト・エッジや，エッジ部に特定の色を付けるボーダと呼ばれるものがあります．また，エッジ部に音声などにより水平または，垂直に変調をかけたモジュレーションと呼ばれる効果もあります．

映像をワイプするとき，ワイプ波形の発生そのもの

は特別複雑なものを除いてそんなに難しくはありませんが，絶対的な条件として二つの映像が完全に同期していることが必要です．

このことは，家庭用のVTRやカメラだけでは不可能で，TBC(タイム・ベース・コレクタ)やFS(フレーム・シンクロナイザ)と呼ばれる機器が必要です．

最近のディジタル式のTBCは，FS機能も付いていて，その価格もかなり安くなってきました．家庭用VTRにもTBC内蔵というものもありますが，映像の揺らぎやひずみ補正を目的にしたもので，外部からの信号と同期できません．同期結合のことをGEN-LOCKするといいます．

最近，家庭用VTRでも使えて，TBCとワイプなどのエフェクト機能を合体させたAVミキサと呼ばれる機器が発売されています．代表的な機器にツインTBC搭載で，映像のスライドなどの効果も得られるソニーのXV-Z10000や，低価格でもディジタル・エフェクト機能の多い松下電器のVW-VE300(27万円)などがあります．

前者はクロマキーも付いてかなり本格的です．後者

業務用VTRと家庭用VTR．なにが違うの

VTRなどの映像音響機器は，放送用，業務用，家庭用の3タイプに大きく分類できます．これらの違いはいろいろありますが，一般消費者からみるとその価格の違いに驚かされます．

近年，放送用VTR(1インチCフォーマット，D2，ベータカムSPなどが主流で，ほとんどがソニー製)が安くなったといっても，家庭用の100倍近く，業務用VTR(S-VHSのエディティング・マシンがよく使われ，松下電器製，ビクター製が主流)では10倍近い価格です．

これらのVTRの違いは，耐久性，信頼性，精度が大きく違います．画質的には，放送用が群を抜いてよいのですが，業務用と家庭用では大差ありません．

業務用VTRの需要が多いのはブライダル産業で，結婚式，披露宴の撮影編集によく使用されます．また，学校や企業のクラブでも使用されています．

放送用VTRはさておいて，業務用VTRと家庭用VTRの違いについて少し説明しておきます．

業務用と家庭用のVTRで，その価格が10倍も違うのに，画質に大差がないのは納得がいかないと考える人も多いようですが，これは，価値観の問題だと思います．

業務用機器は，これを使用してお金儲けをすることを前提に考えているので，そう簡単に故障などのトラブルが発生したのでは困ってしまいます．また，一日中稼働することも珍しくないので，耐久性も要求されます．

また，編集時その精度と機能が問題になる場合があります．まず精度では，家庭用VTRでは，ごく一部の機器を除いてかなりいいかげんで，第1フィールドと第2フィールドの連続性も無視されます．したがって，たまたま，編集ポイントで同じフィールドが続くと，一時的なスキュー・ジャンプが発生し，画面上部で画像が少し曲がります．

しかし，業務用では，±1フレームの精度の編集とフレーム・サーボ機能により，確実な編集ができます．

また，エディティング・コントローラや電子編集機を使用することにより，フレーム単位の高精度編集が簡単にできます．

<イラストA>
家庭用VTRと
業務用VTR

〈写真5〉ディジタルAVエフェクタ VW-VE300(松下電器)

〈写真6〉3次元DME DME-450(ソニー)

はTBCが一つしか搭載されていなく主側の映像に同期乱れが生じると従側の映像も乱れてしまう欠点がありますが，なんといってもこの低価格は魅力です．

これらのAVミキサは音声のミックスなどの機能があり，実際の編集作業で使いやすいものになっています．

● DVEってなに

DVE, DME, DPE, DVPと呼ばれる機器は，すべてディジタル信号処理により映像にいろいろな効果を与える機器の略称です．ちなみに，それぞれ日本電気，ソニー，東芝，松下電器の各社の製品に使われています．

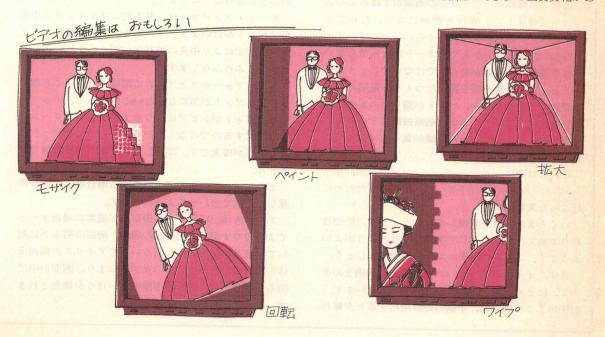
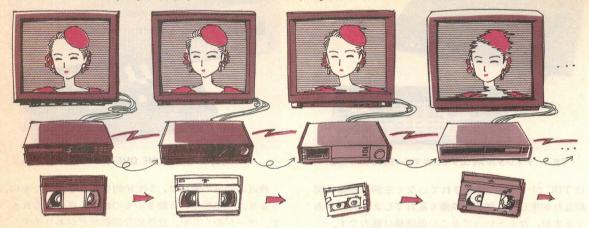
これらの機器はイメージ効果と呼ばれるエフェクトがよく使用され，もっとも基本的なフリーズ(静止画)やモザイク，ペイント，拡大縮小，回転，反転など効果に使用されます．値段も機能によりさまざまで，高いものでは数億円もします．

最近の効果の流行は，3次元的な動きをもったもの，つまり，立体感のある動きのものがよく見受けられます．ページめくりや，立体的な回転などがあります．

アマチュアのマニアがちょっと背伸びをして購入できる3次元のDMEにソニーのDME-450(120万円)があります．動きのスムーズさや効果時の画質という点で，放送画質にはちょっとおよびませんが，この価格で3次元はお見事です．

編集機器の接続とダビング

ビデオ編集の基本はダビングです．つまり，カメラで撮影した映像の不要な部分をカットして必要な部分をつなぎ合わせることが基本です．

家庭用を含むアナログ方式のVTRでは，ダビングによる画質劣化がかならず発生します．また，効果を得るために接続する周辺機器でも多少の画質劣化があ

ります．

編集時に大切なことは，いかにダビングの回数を減らすかということと，不必要な周辺機器は接続しないことです．そのためには，編集前に綿密な編集計画を練り，効率よく作業することが大切です．

● **ダビングで画質の劣化はどのくらい**

家庭用 VTR でのダビングによる画質劣化にはばらつきが大きく，はっきりしたことはいえませんが，S-VHS や Hi 8 で 2～3 回，VHS クラスでは 1～2 回といったところです．

もちろん使用する機器や，使用条件によって大きく左右されます．基本的には，録画した VTR で再生してダビングするのがいちばんよいと思います．この場合，互換のずれによる画質劣化(ジッタや S/N)が最小限になります．

ダビング時に TBC を使用すると信号が安定し，画質劣化を抑えるのに効果があります．TBC は同期信号部をそっくりすげ替えるため，同期信号の不安定により発生する色流れやジッタといった画質劣化をダビングにより累積するのを防げます．

家庭用ムービーできれいな映像を撮影するコツは

近年の家庭用ムービーはその画質がすばらしくよくなってきました．操作も簡単になり，だれでもファインダをのぞけば撮れるくらいになっています．

しかし，なんでもかんでもオートになってしまい，これを過信した失敗があるのではないでしょうか．

たとえば，夕暮れ時を撮ったつもりが昼間のように撮れてしまったとか，ピントが撮りたいものと違うものに合ってしまうとか，結婚披露宴でのキャンドル・サービスを撮ったら新婦が真っ白になってしまったとか．

これらは順に，オート・ホワイト・バランス，オート・フォーカス，オート・アイリスを過信したために起こった失敗です．

いくらよい機材を使用しても，オートは万能ではありません．必要に応じて手動で行ったほうがよいようです．これらの撮影のコツを説明しましょう．

まず，オート・ホワイト・バランスは，前例をのぞいて，ほとんどの場合オートでよいと思います．前例のような場合は，手動の野外用にすると夕暮れのように赤っぽくなります．

オート・フォーカスは，基本的にファインダの中央部にピントが合います．ズームを使用して撮影すると，手ブレなどにより中央の被写体が動くとそれに応じてピントもふらふらします．

また，フォーカスとズームの関係では，ワイド側ではあまりピントが気にならないのに対して，アップにするとピントがシビアになります．つまり，ズームでアップにするのではなく，被写体に近づいてアップにしたほうが確実です．楽をしていてはいい撮影はできません．

どうしてもズームでアップにする場合は，三脚を用意して手動で合わせるようにします．

アイリス(絞り)は，野外撮影など通常の場合オートでよいのですが，前例などの場合，周囲の明るさに対して，被写体がたいへん明るいのでアイリスが画面全体の平均値に合ってしまいます．つまり，画面の中で明るい部分と暗い部分の面積の多いほうが優先されます．

ここで，再生側のVTRのトラッキング調整を忘れてはいけません．最近は，自動トラッキングのVTRが多いようですが，万能というわけでありませんので念のため．

● **周辺機器の接続にノウハウがあるか**

テロップパなどの周辺機器を編集で使用する場合，入出力をただつなぐだけでよさそうなものですが，実際には，ちょっとしたノウハウがあります．

まず，いくつもの周辺機器をつなぐ場合，その効果のプライオリティを考える必要があります．つまり，どの効果の上にどの効果をかさねるかによって，できあがりの効果が違ってきます．

また，周辺機器によっては，画質劣化の避けられないものがあります．カラー・コレクタなどは，Y/C分離やカラーのデコード，エンコード処理によりかなりの画質劣化が生じます．また，ディジタル機器でもA-D，D-Aコンバータによる劣化や，*S/N* の悪化が問題になる場合があります．ビデオ編集に必要のないものは接続しないほうが無難です．

モニタの接続は，2台用意できる場合は再生側と記録側の両方に1台ずつ接続できるとベターですが，1台しか用意できない場合は，かならず記録側に接続します．このとき，再生側の信号も同じモニタTVに接続すると，信号のグラウンドがループをしてしまい，使用する機器によっては思わぬトラブルになることがあります．

● **実際の編集作業で注意することは**

実際にビデオ編集をしたことがある人はわかると思いますが，なかなか思ったように編集できないのが実状ではないかと思います．

ビデオ編集を上手に行うにはまず，段取りをちゃんと整えてから実行に移すようにします．どのテープのどのへんにどういったシーンが記録されているかメモして構成を考えていきます．

実際に作業をするときは，再生，記録ともにポーズをかけている時間をできるだけ減らすように要領よく作業します．とくに家庭用ビデオでは，ポーズ時のテープ・ダメージが大きく，大切なオリジナル・テープに傷をつけてしまうこともあります．

編集ポイントの正確なつなぎには少し熟練を必要とします．

しかし，最近の編集対応のVTRは，シンクロ・エディット機能が充実していて一つの編集コントローラから2台のVTRを自由自在に操れ，指定したポイントを少ない誤差できれいにつないでくれます．マニュアル操作で編集するときは，何回も練習してコツを覚える必要があります．

このとき，再生側のVTRスタートを編集したいポイントより数秒前のシーンからスタートさせるようにします．これは，テープ走行を安定にするためで，いきなりだと編集ポイントがうまくつながらず，同期乱れを起こす場合があるので注意が必要です．

このような場合にきれいに撮るコツは，撮りたいものをいったんアップにして，そこでアイリスを固定させ，それから意図する画面まで引きます．

また，部屋の中での撮影のときは，できるだけ小型のバッテリ・ライトを使用するようにします．最近のムービーは蛍光灯のもとでもきれいになったとはいえ，やはりライトを使用しての撮影にはかないません．

暗くて写らないからライトを使用するのではなく，色をきれいに撮るためにライトを使用するのです．ライトを使用するとピント合わせもラフになるので，ピンボケが少なくなり一石二鳥です．

〈イラストB〉
オート機能を過信してはいけない

編集雑記

編集部から

● 今回はビデオ信号処理の特集です．ビデオの特集にあたり，つぎのことに留意しました．

① ビデオ信号の仕組みについて，あとの記事が理解できるように詳しく説明する．

② アナログ信号でのビデオ信号加工機(応用機器)の製作記事を中心に，製作記事をたくさん載せる．

③ ビデオ信号のディジタル化処理について，その理論，手法などをわかりやすく説明し，ディジタル処理の特長を活かした製作記事を入れる．

● ディジタル画像圧縮，ディジタル画像伝送などのディジタル画像処理技術についても採り上げたかったのですが，これは次回の画像処理技術の特集に残しておくことにします．ホログラムを利用した立体テレビや，液晶テレビなど，この分野でのエレクトロニクス技術はいちばん進歩の速い，活気のある分野だと思います．

● そのほか，次世代の高品位テレビ，ハイビジョンについても紹介しました．記事のなかにNTSC信号との違いを簡単にまとめたものを用意してあります．11月25日はハイビジョンの日というのだそうですが(走査線数(1125本)からきている)，11月からNHKで試験放送が始まっています．まず，街角テレビ(昭和40年代のプロレス中継を思い出します)という感じから出発するのでしょうか．現在のハイビジョン・テレビはちょっと高級な自動車1台分の値段なので，個人で手にすることはできないでしょう．

● 普通のテレビに接続するMUSEデコーダは10万円くらいで購入できそうなので，いちおう放送内容くらいは見れる幸運な方もいらっしゃるのではないかと思います．

● 特集全体の構成は，第11章まではアナログ信号で処理できる応用例です．基本的な事項として，ビデオ回路で使われる部品について，まず解説しました．第12章以降はディジタル処理をするビデオ信号処理回路例です．ディジタル系のICは変遷が激しく，1〜2年もすれば廃品種になってしまうものもあります(たいがい，3チップ構成が1チップ構成になったり，画質向上のためのテクニックを付加したり)．したがって，2〜3年後にはがらっと違ったICがテレビ・セットには採用されているでしょう．しかし，基本的な動作は代わりないので，処理の過程を理解するのに参考にしてください．

● 特集の最後に，家庭用のビデオ・カメラで撮影したビデオテープを編集するための編集機器を紹介しました．これらの編集機器を使って，上手にビデオ編集するコツを覚えてください．

● 今回はカラーの口絵も用意しました．カラー・コレクタを使った処理をカラー写真で紹介したかったからです．ここで本にする工程を少し紹介してみます．カラー・テレビの映像をリバーサル・フィルムでカメラ取りし，印刷するための工程(写真はその濃さによりドットの点に分解する．これは，カラーの場合，赤，緑，青の三つの色で同じことをする)をとおります．この分解の出来/不出来と，光の三原色とインクの三原色の違いにより，色再現性に差が出ます．参考程度にみてください．

● 表紙のイラストも今回からコンピュータ(マッキントッシュ)を使ったものに代わりました．いままでも，その画風からコンピュータ・グラフィックスではないかと思われた方も多いことでしょう．実際はトランジスタ技術SPECIAL No.30まではエア・ブラシというインクを霧吹きのように吹きつける道具で書いていたのです．どちらが効率がいいかは作者に聞いてみないとわかりませんが．(檀)

次号のお知らせ(2月29日発売)

特集　技術者のための電子回路作成マニュアル

分野別の回路設計事例集です．「実用電子回路ハンドブック」の最新版をめざします．増幅回路，演算回路，変換回路，フィルタ回路，発振回路，コンンパレータ，アナログ・マルチプレクサ，リミッタ回路，電源回路，高周波回路，…．分野分けは変更するかもしれません．

トランジスタ技術 SPECIAL　No. 31

発行所　CQ出版株式会社　Printed in Japan

〒170 東京都豊島区巣鴨1-14-2

電　話　編集部：03(5395)2123，広告部：03(5395)2132
営業部：03(5395)2141

振　替　東京0-10665

発行人　神戸一夫

編集人　蒲生良治

(定価は表四に表示してあります)

1992年1月1日発行　印刷・製本　三晃印刷株式会社

料金受取人払

豊島局承認

9233

差出有効期間
平成4年6月
30日まで

切手をはらずに
お出しください

郵便はがき

170

(受取人)

東京都豊島区巣鴨1-14-2

CQ出版株式会社

トランジスタ技術SPECIAL リーダーズカード 行

■投稿通信覧(自由なご意見をお書きください)

〈TRSP-31〉

資料請求カード　SP. No.31

カード有効期限：1992年2月末日迄

当社記入欄

1	V	O	L	0	0	3	1
2	受付						

3 登録内容変更箇所No.

4 請求状況　1＝新規　2＝登録済　3＝登録内容の変更

5 会員番号 CQ

※会員の方のみご記入してください。

6 フリガナ

7 姓名　姓　名

8 生年月日　19　年　月　日

9 〒　都道府県　区市郡　区町村

10 勤務先住所

11 会社名

12 部署名

13 勤務先電話番号　市外局番　局番　電話番号　（　）

14 役職　15 職種　16 専門分野

17 業種　18 従業員数

19 広告資料請求欄 請求No. の欄に資料請求番号を記入し、A. B. C. のご希望の項目に○をつけてください

希望項目＼請求No.											
購入希望	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
説明希望	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
資料希望	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

希望項目＼請求No.											
購入希望	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
説明希望	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
資料希望	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

資料請求カード記入法

専門誌の広告は重要な技術情報です。その中で読者の皆様が入手したい情報は、資料請求カードのご利用で、居ながらにしてお手元に届きます。ぜひ有効にご活用下さい。

- ○必ず全項目にご記入下さい。
- ○姓名・勤務先・電話番号・住所は所定の様式通り1枠ごとに書き入れて下さい。
- ○会社名は株式会社ならば(株)、有限会社は(有)、財団法人は(財)と略し社名を書いて下さい。
- ○生年月日は西暦で書いて下さい。
- ○当カードは登録することができます。まず全項目にご記入の上投函下さい。当社より登録完了はがきが到着します。
- ○当社請求カードの会員番号がある方は、会員番号・姓名・生年月日の記入ですみます。また会員番号をお持ちで登録内容に変更がある方は変更箇所を上記の他に書いて下さい。
- ○役職・職種・専門分野・業種・従業員数は下記の該当する番号を記入して下さい。

役職

1. 一般職
2. 主任職
3. 係長職
4. 課長職
5. 部長／次長職
6. 役員職
7. 経営者
8. 教職(小、中、高校)
9. 教職(大学、専門学校)
10. 専門職(弁護士･医師･会計士等)
99. その他

所属部門

1. 研究・開発部門
2. 設計・技術部門
3. 生産・生産管理部門
4. 保守サービス部門
5. その他の技術部門
6. 営業部門
7. 購買・資材部門
8. 総務・経理部門
9. 人事・教育部門
10. 経営部門
99. その他

担当分野

1. コンピュータ(ハードウェア)技術
2. コンピュータ(ソフトウェア)技術
3. 半導体・デバイス技術
4. 電子回路技術
5. 計測・制御技術
6. 通信関連技術
7. 物性・材料
8. 機構設計
9. システムエンジニアリング
10. 検査・品質管理
11. 医師
12. 経営管理
13. 商工サービス
14. 教職
15. 学生
99. その他

業種

1. 建設・不動産
2. 金融・保険
3. 化学・エネルギー
4. 鉄鋼・金属
5. 機械・精密機器
6. 電子機器・部品
7. 輸送用機器・運輸
8. その他の製造
9. 商社・卸売
10. 通信・情報
11. 情報処理
12. その他のサービス
13. 政府公共機関
14. 学校・研究所・病院
15. 農林・水産業
99. その他

従業員数

1. 10人以下
2. 11人～50人
3. 51人～100人
4. 101人～500人
5. 501人～1000人
6. 1001人～5000人
7. 5001人～10,000人
8. 10,001人以上

甘くはない仕事も、きれいにこなす、1チップ。

画像処理
LSIシリーズ

IP90C51は、ウィンドウクリッピング(area of interest)、フレームメモリアドレスの生成、背景処理、2値化、3値化等、画像データバスに必要なインターフェース機能を1チップ化したLSIです。

■ウィンドウクリッピング機能　●8bit画像データ処理　●プログラマブルな背景処理　●クリッピング領域の2値化、3値化　**■フレームメモリアドレス生成機能**　**■イネーブル端子によるピクセル毎のデータ制御**　**■最高動作周波数**　●fmax＝36MHz

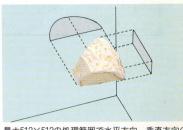
イメージデータバスコントローラ(IMBC)

IP90C51

IP90C01は、画像処理に頻繁に用いられる濃淡ヒストグラム処理を、最新のCMOSプロセスと、高速回路技術により1チップに実現したLSIです。

■ヒストグラム処理機能　●8bit画像濃淡データのヒストグラム処理　●処理可能画像領域／1023×1023　●ワンショットクリア／ヒストグラムデータのワンショットクリア　**■最高動作周波数**　●fmax＝50MHz　**■外部インターフェース**　●16bitバスによる汎用インターフェース　●ワード単位のデータ読み出し可能／20bitデータの上位ワード、下位ワード選択(DS1、DS0端子により選択)

ヒストグラム処理LSI(HIST)

IP90C01

最大512×512の処理範囲で水平方向、垂直方向の投影処理（プロファイル処理）をリアルタイムで実行し、内部のメモリに格納します。

■プロファイル処理機能　●8bit画像濃淡データのプロファイル処理　●内蔵メモリ18bit×512×2　●ピクセル単位のマスキング処理機能　●ノンインターレース／インターレース対応　**■最高動作周波数**　●fmax＝36MHz　**■外部インターフェース**　●8／16bit CPU対応　●カスケード接続により処理範囲拡張可能

新製品

プロファイル処理LSI(PROJ)

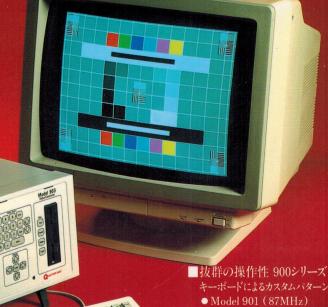
IP90C05

本格的画像処理をパソコンで

パーソナル・イメージバイザーはリアルタイム処理をめざしたコンパクトで使い勝手の良い画像処理解析装置で、下記の用途に最適です。

- 応用システムのアルゴリズム検証　●画像処理の入門機
- R&Dでの画像処理と解析　●その他FA検査用等

住友金属工業株式会社
システム事業推進部　営業総括室
〒540 大阪市中央区北浜東2-16(日刊工業新聞社ビル)
TEL.06-942-8100　FAX.06-942-8101
〒108 東京都港区三田3-11-36(三田日東ダイビル)
TEL.03-5476-9818　FAX.03-5476-9801

資料請求No.3

トランジスタ技術 SPECIAL No.31　CQ出版社　定価1,540円(本体1,495円)　雑誌 16711-1